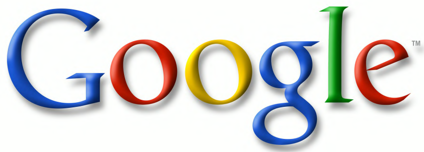




HET

VASTLEGGEN EN OPBOSSCHEN

VAN

DUINEN EN ZANDVERSTUIVINGEN

DOOR

G. C. SPENGLER,
Leeraar-directeur der G. A. v. Swieten-Boschbouwschool

TE

Frederiksoord.



Th. Menger. — Ede.
1891.


Ex-libris
Charles Atwood
Kofoid
BMC



Onder de gronden, die het minst door de natuur bevoorrecht zijn, moeten de duinen en zandverstuivingen gerekend worden; zij zijn in vele gevallen niet alleen onproductief, maar de eigenaar beschouwt het bezit als een grooten lastpost, daar zijn buurman hem kan noodzaken om zijn stuivend eigendom te beteugelen en te voorkomen dat de aangrenzende gronden door het zand bedolven worden. Zeer dikwijls hoort men de meening uitspreken dat stuifzand en duinen voor alle cultuur ongeschikt zijn; in hoeverre dit uit een landbouwkundig oogpunt al of niet juist is, zal ik niet trachten hier uiteentezetten; ik kan echter de opmerking niet achterwege houden, dat het oeconomisch zeer onverstandig gehandeld zoude zijn, de duinen en zandverstuivingen voor akkerbouw of weideland te ontginnen, zoolang men nog onder onze andere woeste gronden duizende hectaren aantreft, die met veel minder kosten en met meer hoop op succes tot dat doel gebezigd kunnen worden. Uit een boschbouwkundig oogpunt echter is er geen twijfel aan of duinen en zandverstuivingen kunnen niet alleen met goed gevolg door houtcultuur ontgonnen worden, maar zelfs bij een oordeelkundige handelwijze rente van het aangewende kapitaal opleveren. Men heeft hier te lande vele voorbeelden van welgeslaagde opbosschingen van zandverstuivingen (Leuvenumsche bosch, Sijsselt, Dieverzand) vele waarvan men tegenwoordig niet meer vermoedt, dat de grond voor ettelijke jaren nog even bewegelijk was als de nu nog niet vastgelegde gronden. Ook in de duinen treft men hier en daar meer of minder welgeslaagde bosschen aan, echter in veel kleiner aantal dan op zandverstuivingen, hetgeen door velerlei oorzaken verklaard wordt. Allereerst is de houtcultuur in de duinstreken veel minder beoefend dan ni die streken waar zandverstuivingen voorkomen; een

gevolg hiervan is, dat de eigenaars dier duinen minder aanleiding vonden om tot bebossching over te gaan, of zoo zij al van plannen hieromtrent zwanger gingen, niet de noodige kennis hiertoe bezaten; verder behooren geheele duinstreken aan gemeenten, die, zooals bekend, in 't algemeen huiverig zijn om ontginningen ter hand te nemen, terwijl, voor zoover zij eigendom van het domein zijn, dezelfde rustige rust beoefend werd, welke tot voor korten tijd de administratie der domeinen ten opzichte van ontginningen kenmerkte. Maar een groote hinderpaal voor het door boschcultuur ontginnen der duinen is de overtuiging van particuliere eigenaren, dat met bebossching onvereenigbaar is het onbeteugeld voortteelen der konijnen, die zelve wel is waar een bron van inkomsten zijn, maar tevens de oorzaak, dat de duingronden geen hooger opbrengsten kunnen opleveren.

In het volgende zal men een overzicht vinden van de schei- en natuurkundige eigenschappen van het stuifzand, het ontstaan en de uitbreiding der zandverstuivingen en der duinen, terwijl ten slotte de middelen besproken zullen worden, waardoor deze gronden door houtcultuur ontgonnen kunnen worden.

I.

Schei- en natuurkundige eigenschappen van het stuifzand.

Daar in 't algemeen gronden welke aan verstuiving onderhevig zijn uitmunten door geringe vruchtbaarheid, zoo is juist daarom een nauwkeuriger beschouwing van hunne samenstelling van beteekenis, omdat van het voorkomen van geringe verschillen de geschiktheid tot een of andere cultuur afhankelijk is.

De hoofdmassa van het stuifzand, moge het in het binnenland of langs de zeekusten voorkomen, bestaat uit

kleine kwartskorrels, welke steeds afgerond zijn en een verschillende graad van fijnheid vertoonen. Zoo is zelfs langs onze kust een verschil waartenemen in de grootte van de zandkorrel der duinen, daar die van den Hoek van Holland tot den Helder in grofte toeneemt. Dit onderscheid in grootte is van beteekenis voor de waterhoudende kracht, zooals later zal worden aangetoond.

De bijmengselen zijn afhankelijk van de plaats van herkomst, de diepte van den onderzochten grond onder de oppervlakte en de mate van vegetatie aan de oppervlakte. In 't algemeen bestaan de bijmengselen uit fijn gruis van veldspaat, hetgeen echter in zand, dat reeds langen tijd aan de atmosfeer is blootgesteld geweest, voor een groot gedeelte verweerd is, terwijl het oplosbare gedeelte door het regenwater in de diepere lagen gevoerd is, verder uit kalk, hetwelk in het duinzand in grooter hoeveelheid aangetroffen wordt, dan in binnenlands gelegen stuifzand; glimmer, augit en hoornblende komen ook in stuifzand voor evenals in de meeste zandgronden, daar zij langen tijd aan verweering weerstand bieden. Veelal vindt men bij nauwkeurige beschouwing kleine zwarte korrels in het stuifzand, zoowel langs de kust als binnenslands, hetgeen bij nader onderzoek sterk koolhoudende stoffen blijken te zijn, waarschijnlijk afkomstig òf direct van de in het zand groeiende planten, welke bij hun ontleding humusachtige stoffen achterlaten, òf, wat, vooral op duinzand betrekking heeft, van de veenlaag, welke onder een groot deel onzer duinen gelegen is en welke op het strand op sommige plaatsen aan het licht treedt. Ten slotte komen in sommige zandverstuivingen lichtbruin gekleurde stukken in meer of minder dikke lagen voor, welke steeds zandoer blijken te zijn; deze stukken verweeren langzaam bij blootstelling aan de lucht en vormen dan een geel bruin zand. In enkele zandverstuivingen vindt men moerasijzererts hetwelk echter steeds in de laagste plekken voorkomt en wel reeds gevormd zal zijn, vóórdat die grond door stuifzand bedekt werd.

Het soortelijk gewicht van stuifzand in watervrijen toestand bedraagt c^{a} 1,5, zooals uit onderstaande opgaaf blijkt. Van invloed op het soortelijk gewicht is niet alleen de verhouding der samenstellende deelen, maar ook de grootte der korrel.

	Soortelijk gewicht. droog.	Soortelijk gewicht. vochtig.	
Zand van het strand, bij eb droog bij vloed onderwater kleur grijs	1.503	1.53	Scheveningen.
Zand van een uitgestoven klep kleur geelbruin	1.498		Scheveningen.
Zand van een binnenduin op 300 Meter uit zee	1.42	1.43	Scheveningen.
Zand van het strand op 30 c.M. onder de oppervlakte	1.502	1,53	Terschelling.
Zand van een binnenduin idem idem 300 M. uit zee	1.419	1.43	Terschelling.
Zand van een stuivende vlakte op Berkenheuvel, gem. Diever kleur geelbruin	1.427	1.44	Terschelling.

Zooals men weet, heeft het stuifzand zijn eigenschap om in drogen toestand door den wind mede gevoerd te worden te danken aan het volkomen gemis aan samenhang zijner deeltjes, hetgeen wederom een gevolg is van het ontbreken van of geringe gehalte aan klei, kalk of humus. Volgens onderzoekingen is gebleken, dat een gehalte van 4 gewichtsprocenten klei, 16 proc. kalk of 10 perc. humus voldoende is, om het zand voor het meevoeren door den wind ongeschikt te maken. Wanneer echter slib of leem over het stuivende zand gebracht wordt, met het doel om het wegvoeren door den wind tegen te gaan, dan kan in vele gevallen zulke grond geheel ongeschikt worden om planten te dragen, daar er zich een korst vormt, welke de lucht verhindert om in den grond te dringen, hetgeen op het oplosbaar maken van plantenvoedsel schadelijk werkt. Zeer duidelijk was deze schadelijke invloed van slib overbrengen waartenemen bij eenige duinopbos-

schingen aan de oostzeekust met name te Kahlberg en te Vitte.

Een zelfden invloed kan water uitoefenen; wanneer zuiver zand gedurig en gedurende langeren tijd met water bedekt of zelfs alleen volgezogen is met water, wordt de oppervlakte zoo dicht, dat slechts zeer enkele planten er in kunnen groeien. Waarschijnlijk is dit het gevolg van het opvullen van de tusschenruimten tusschen de grovere korrels door de fijnere, zoodat geen lucht meer kan indringen. Men kan de gevolgen hiervan waarnemen in de uitgestoven dalen, waar het dikwijls uiterst moeielijk is om planten aan den gang te krijgen, tenzij men door grondbewerking den waterstand kunstmatig verlaagt. Is eenmaal een vegetatie voorhanden, dan zijn de wortels en de andere plantenoverblijfselen in den grond de geleiders van de lucht.

Een bijmenging van 4 % water belet het verstuiven van het zand, zoodat dan ook op een bepaalde hoogte boven het grondwater geen verstuiven meer mogelijk is, daar door de capillariteit het vocht omhoog stijgt. Een gevolg hiervan is dan ook, dat in de duinen de pannen bijna alle op een zelfde hoogte boven A. P. gelegen zijn, hoewel natuurlijk degene, die het verst van de grenzen van het duin verwijderd zijn, het hoogst liggen, omdat daar de grondwaterspiegel tengevolge van de meerdere wrijving aan den onderaardschen afloop van het water verbonden, ook eenigszins hooger ligt.

Door het volslagen gebrek aan een bindmiddel is het stuifzand bij uitdroging niet aan inkrimping onderworpen, zoodat er geen scheuren in ontstaan zooals men bij het drogen van klei ziet. Omgekeerd is er ook geen of ten minste uiterst weinig uitzetting waar te nemen bij het bevriezen van vochtig zand, zoodat van uitvriezen van planten, zooals op leem of klei en op veengrond zoo veelvuldig voorkomt, geen sprake is. Het vermogen om water vasttehouden is dan ook bij stuifzand bijna tweemaal geringer dan bij veengrond; terwijl deze toch 190 gewichts-

percenten of 94 volume percenten water opnemen kan, is dit bij stuifzand slechts hoogstens 25 gewichtsperc. of 50 vol. percenten.

Wat het vermogen betreft om warmte op te nemen, zoo staat stuifzand hierin niet noemenswaard bij andere gronden achter, daar de temperatuur bij vochtig zand circa 7° C. en bij droog zand circa 11° C. boven de luchttemperatuur stijgt; daar het zand een zeer slechte warmtegeleider is, zoo dringt de warmte slechts tot op geringe diepte onder de oppervlakte door, zoodat de temperatuur volgens Kerner op 7 c.M. onder de oppervlakte reeds gelijk is aan die van de lucht. Het grootste gedeelte van de opgenomen warmte wordt door uitstraling en terugkaatsing aan de lucht wedergegeven, waardoor de luchttemperatuur boven stuifzand bij stil weder op 1 Meter boven de oppervlakte aanmerkelijk veel hooger is dan boven andere gronden. Wanneer stuifzand door humusbijmenging of andere oorzaken een donkere kleur heeft, dan is de warmteopname grooter en ook het indringen van de warmte in den grond op grooter diepte waartenemen. Vochtig zand neemt minder warmte op, zoodat dan ook de grond der duinpannen en valleien in stuifzand steeds een lager temperatuur aanwijst dan de drogere heuvels, hetgeen weder tengevolge heeft dat zaden in de eerste later ontkiemen en in 't algemeen de vegetatie later in het voorjaar begint.

Stuifzand heeft onder alle grondsoorten het geringste vermogen om waterdamp uit de lucht aan te trekken; in werkelijkheid hangt dit vermogen geheel af van de bij de kwartskorrels bijgemengde stoffen, waaronder humus een eerste plaats inneemt; het is ook juist de aanwezigheid van humus die het zand verhindert uit te drogen, zoodat het hoogst verkeerd is op duingronden en in zandverstuivingen de door plantengroei ontstane humus wegtenemen.

De doorlatendheid voor water is bij stuifzand verbazend groot en neemt toe met de grootte van de korrels; men

ziet dan ook nooit plassen in stuifzand behalve op plaatsen waar het grondwater tot dicht onder de oppervlakte reikt. Na langen tijd van droogte echter duurt het eenige tijd dat het regenwater in den grond kan dringen, hetgeen zijn oorzaak vindt 1o in de groote massa lucht welke in den grond aanwezig is, en die door het water verdrongen moet worden. 2o. door de, ieder zandkorreltje vast omhullende, luchtlaag, welke verhindert, dat de korrel bevochtigd wordt, waardoor het allen schijn heeft alsof het zand vettig is en het regenwater er over heen stroomt. Een eigenschap bezit het stuifzand boven alle andere grondsoorten n.l. om door capillariteit het grondwater tot op aanmerkelijke hoogte te kunnen opvoeren. Deze eigenschap is van de hoogste beteekenis voor de mogelijkheid om deze gronden te kunnen opbosschen.

Vreemd klinkt het iemand in de ooren, die stuifzand niet uit eigen ervaring kent, dat dit zelfs bij groote droogte op geringen afstand onder de oppervlakte frisch is, waardoor het mogelijk is voor planten welke door buitengewoon sterke verdamping bovenaards, veel vocht door hun onderaardsche organen moeten opnemen, steeds frisch te blijven, mits deze organen reiken in de laag, waar de aanvoer van het vocht niet door de sterke verdamping geneutraliseerd wordt, maar tevens is het een vingerwijzing om niet te beproeven vlakwortelende gewassen op stuifzand te cultiveeren. Het is daardoor ook zeer verklaarbaar waarom smalle in duinen voorkomende planten, behalve in vochtige zelfs natte valleien zonder onderscheid diepwortelend zijn.

Scheikundige Samenstelling.

Ofschoon uit scheikundige analyses van grondsoorten niet direct opgemaakt kan worden, welke planten op den gealyseerden grond gedijen zullen (omdat men niet nauw-

keurig genoeg bekend is met de eischen welke iedere plantensoort aan den grond stelt,) zoo kan men zich toch een denkbeeld vormen van den meer of minderen rijkdom van den grond aan de stoffen welke in geen enkele hoogere plant ontbreken, Phosphor, kalie, stikstof en kalk; uit onderstaande analyses welke door het Rijksproefstation te Wageningen verricht zijn, blijkt dat duinzand rijker is aan kali en aan kalk dan het zand der binnenlands gelegen zandverstuivingen, hoewel in 't ooggehouden moet worden, dat de kali voor het grootste deel in den vorm van veldspaat voorhanden is, en dus eerst als deze verweerd is de planten ten goede kan komen.

Analyse van duinzand van Scheveningen.

Gehalte aan:

vocht	0.0 $^0/_0$.
gloeiverlies. . .	0.5 $^0/_0$.
koolzure kalk . .	3. — $^0/_0$.
phosphorzuur . .	0.06 $^0/_0$.
oplosbare kali .	0.03 $^0/_0$.

Analyse van duinzand van Terschelling 300 meter uit het strand.

Gehalte aan:

gloeiverlies . .	1,340 $^0/_0$.
koolzure kalk . .	0.421 $^0/_0$.
phosphorzuur . .	0,017 $^0/_0$.
oplosbare kali. .	0,039 $^0/_0$.

Analyse van stuifzand uit het Dieverzand Drenthe.

Gehalte aan:

gloeiverlies. . .	0,380 $^0/_0$.
koolzuurkalk . .	sporen.
phosphorzuur . .	sporen.
oplosbare kali.	0,036 $^0/_0$.

Het grootere kalkgehalte van duinzand vindt zijn oorzaak in het voorkomen van schelpresten; (dit geldt ten minste voor onze kusten, want langs de Oostzee waar geen enkele schelp gevonden wordt, bezit het duinzand zoo weinig koolzure kalk dat er bij bevochtiging met zout-

zuur geen spoor van opbruising waargenomen wordt) het heeft tengevolge, dat de Flora der duinen veel meer soorten omvat dan die van het binnenlandsche stuifzand. Zoo o. a. komt de Duin- of Kruisdoorn, Hipophaerhamnoides algemeen voor in de duinen langs de Zeeuwsche, Zuid- en Noord-Hollandsche kusten en op Terschelling, terwijl men haar in de binnenlandsche zandverstuivingen tevergeefs zoekt, evenmin trof ik haar in de duinen langs de Oostzee. Men heeft meermalen in de litteratuur beweerd, dat het afsterven van de helm in de oudere vastliggende duinen een gevolg zou zijn van het gemis aan een voldoende hoeveelheid kalk in den grond, daar bij het afsnijden der helm tot vlechtmateriaal en strooisel deze plantenvoedende stof aan den grond onttrokken zou worden, zoo o. a. Prof. Wicke met het oog op de helm op het eiland Borkum. Om verschillende redenen deel ik deze meening niet, daar 1o. in binnenlandsche zandverstuivingen, die arm zijn aan kalk, helm zeer goed gedijt 2o. in de Oostzeeduinen, die in hetzelfde geval verkeeren, helm niet alleen gedijt, maar zelfs als uitsluitend middel ter bevestiging van het zand gebezigd wordt. Het afsterven is m. i. een gevolg van het gemis aan ophooging van zand rondom de plant, daar deze slechts nieuwe wortels voortbrengt uit met zand bedekte knoopen. Deze meening wordt ook algemeen gedeeld door de duinopzichters langs de Oostzee, voor wie het afsterven van de helm het teeken is, dat de duinen voldoende tot rust gekomen zijn om met goed gevolg opgeboscht te kunnen worden.

Ontstaan en uitbreiding van zandverstuivingen en duinen.

Bewegingsverschijnselen van het stuifzand.

Het hollandsche woord „stuifzand" duidt veel nauwkeuriger den aard van de grondsoort in questie aan dan

het duitsche „Flugsand,” de beweging toch is veel meer een stuivende dan een vliegende, daar de zandkorrels slechts zeer weinig van de aardoppervlakte verwijderd worden.

Twee krachten werken samen om het resultaat te doen geboren worden, dat wij met den naam „duinvorming” bestempelen. Deze krachten zijn de wind en de aantrekkingskracht der aarde, d. w. z. het eigen gewicht der zandkorrels.

Wanneer de oppervlakte van het losse zand volkomen glad ware, evenals het water, en de windrichting steeds daarmede parallel liep, zou er geen beweging in het zand komen. Deze omstandigheden bestaan echter niet, integendeel, de zandoppervlakte vormt een onnoemelijk aantal uiterst kleine heuvels en dalen, waarbij de heuvels niet meer dan de hoogte van een zandkorrel hebben, terwijl de wind zich steeds in eene richting beweegt, welke een hoek met de aardoppervlakte maakt. De wind stoot dus voortdurend tegen de hoogst gelegen korrels en brengt deze, wanneer hij ten minste voldoende kracht heeft, in beweging, en wel voorloopig aan het rollen. Deze rollende beweging wordt voortdurend sterker daar de windkracht aanhoudt; de korrels stooten daarbij tegen andere aan en brengen deze eveneens aan den gang, maar veranderen daarbij hun rollende beweging in een springende, die des te sterker wordt, naarmate de windkracht grooter is.

Kleine korrels hebben in verhouding tot hun inhoud een grooter oppervlak dan groote korrels, zoodat zij den wind ook meer aangrijpingspunten bieden en dus gemakkelijker in beweging komen. Grof zand blijft daardoor op zijn plaats liggen, iets dat men in uitgestoven duinkleppen steeds kan waarnemen en waarop later teruggekomen wordt. Is de windkracht gering, dan ziet men het zand als 't ware van de aardoppervlakte vloeien, terwijl het bij storm hoog in de lucht opgeheven werd. Vermindert de windkracht door de een of andere oorzaak, dan zullen eerst de grofste korrels vallen, daarna die, welke in groot-

te er op volgen, terwijl het fijnste zand het verst wordt medegevoerd. Het is dus niet zoozeer eene algeheele opheffing van het zand in den vorm van een wolk, die dan als een zandregen nederdaalt, als wel eene voortbeweging, waarbij het zand regelmatig naar boven in korrelgrootte afneemt. Alleen bij wervelwinden kan een zandhoos, welke een volkomen wolk vormt, ontstaan; voor het ontstaan van zulke hoozen moeten echter zoovele factoren samenwerken, dat zij slechts zelden, ten minste in groote afmeting, voorkomen.

Op vlakten, welke weinig helling hebben, vindt men het stuifzand steeds in golfjes liggen, die alle evenwijdig aan elkander loopen, evenals men dit bij droge losse sneeuw kan waarnemen. Deze golfjes zijn het gevolg van de rukwijze voortbeweging door den wind; hun lengterichting is steeds loodrecht op de windrichting, zoodat men uit hun verloop steeds bepalen kan, uit welke richting de wind waaide, die hen gevormd heeft. Men vindt op de hoogte der golfjes steeds het fijnste zand, terwijl tusschen de golfjes de grofste korrels worden aangetroffen.

Was het stuifzand aan zijn oppervlakte volkomen vlak, en overal gelijk los, dan zou het door den wind slechts evenwijdig aan de oppervlakte voortbewogen worden, en zouden zich nergens hoogten vormen. Dit is echter volstrekt niet het geval; ten eerste komen in duinzand schelpen of schelpresten en in binnenlandsch stuifzand meer of minder groote steenen voor, en ten tweede is de oppervlakte op sommige plaatsen begroeid of meer of minder vochtig, dus niet bewegelijk. Het voortbewogen zand moet deze hinderpalen overwinnen, maar blijft wegens de daarvoor ontoereikende kracht, liggen, hoopt zich op en het begin van een duin is geschapen. De eerste vorm der jonge duin is langgerekt en smal, wanneer het weerstand biedende voorwerp klein was. Langzamerhand echter wordt het jonge duin hooger en te gelijk steiler; de beweging van het zand toch wordt hoe langer hoe meer belemmerd, zoodat het meeste ervan zich op den kop af-

zet en dezen verhoogt, en de lengte in verhouding tot de hoogte kleiner wordt. De helling van een duin aan de windzijde wisselt tusschen 5° en 15°, daar zoowel de kracht van den wind als de samenhang tusschen de zandkorrels niet steeds dezelfde blijft, aangezien de laatste bij een vochtigen atmosfeer grooter is dan wanneer de lucht weinig waterdamp bevat. Zoo langzaam glooiend een duin aan de windzijde er uitziet, zoo steil is de zijde onder den wind, dáár toch heeft, zoodra het zand door den wind over den kop van het duin is heengebracht, geen voortstuwing meer plaats en het zand gehoorzaamt aan de wet der zwaartekracht en valt. De helling, waaronder dit losse zand valt is gemiddeld 30°.

Merkwaardig is het, dat Bremontier in zijn opstel „Mémoires sur les dunes" in het Journal de l'Ecole polytechnique 1798, spreekt van hellingen van 50° en 60°, terwijl Krause in „der Dünenbau an den Ostseeküsten Westpreussens 1850, de gemiddelde helling als 45° aangeeft. Aangezien het niet denkbaar is, dat sedert dien tijd andere wetten de vorming van een zandhelling beheerschen, moeten die schrijvers zich òf vergist òf slechts volgens het oog geschat hebben en dus een te groote waarde gevonden hebben. Alleen wanneer door mist of regen het zand vochtig is, kan er zich een steilere helling vormen, doch altijd slechts voor korten tijd. Zonneschijn of wind doet weldra het zand opdrogen en het stort dan neer totdat de helling weder normaal 30° is.

Ging deze opstapeling van zand steeds ongehinderd voort, dan zou men met recht van hemelhooge duinen kunnen spreken, maar er is gelukkig een grens, waarboven een duinkop zich niet verheffen kan. De oorzaak hiervan is de wind zelf. Zijn kracht neemt binnen zekere grenzen toe met den verticalen afstand boven de aardoppervlakte, in hoofdzaak doordat de luchtstrooming op de aarde meer tegenstand ondervindt dan op eenigen afstand erboven. Wanneer dus een duinkop zich verheffen zou boven eene bepaalde hoogte, dan zou de wind zelf, die dáár meerdere

kracht heeft, het zand van den kop afstuiven, en hem op de gemiddelde hoogte terugbrengen.

Indien de wind steeds uit dezelfde richting kwam en geene andere factoren medewerkten, zouden alle duinen een zelfden vorm hebben en zich in dezelfde richting uitstrekken, maar daar dit niet het geval is, is het beeld van een duinenreeks of een zandverstuiving zeer afwisselend. Wanneer de zandmedevoerende wind tegen een vast voorwerp stoot, zal hij terugkaatsen; waar de aanstroomende en de terugkeerende wind elkaar ontmoeten zal het zand omlaag vallen en een wal vormen; de afstand van het vaste voorwerp tot dien wal zal des te grooter zijn naarmate de wind heviger was; er zal dus een meer of minder diepe gleuf tusschen den wal en het voorwerp ontstaan. De helling van den wal aan beide zijden is gelijk aan die van een duin. Achter het voorwerp zal ook een windlooze streek zijn, waar het zand zich ophoopt en een lang gestrekten, in de windrichting liggenden dam vormt, die langzamerhand in hoogte afneemt. De wal vóór het voorwerp is niet scherp begrensd, maar loopt zacht hellend in twee korte horens terzijde van het voorwerp een eindweegs voort. Is het voorwerp niet dicht, maar doorbroken, zooals een losgevlochten tuin of een heg, dan is de zandafzetting eenigszins anders. De wind wordt dan niet totaal tegengehouden, maar sterk in zijn kracht gebroken; het gevolg is, dat zich vóór den tuin een zacht glooiende zandmassa afzet en even achter den tuin een dam ontstaat, die naar de van den wind afgekeerde zijde helt, zoodat de tuin langzamerhand ingesloten en ten slotte geheel bedolven wordt. Worden eenige tuinen evenwijdig achter elkander geplaatst, dan wordt, indien hun onderlinge afstand niet groot is, de geheele tusschenruimte met zand gevuld. Bestaat de wand, die de windkracht verminderde uit planten, bijv. helm, dan heeft hetzelfde plaats, komen er afzonderlijk staande plantengroepen voor, bijv. van duindoorn of braam, een elzenstruik of dergelijke, dan hoopt zich het zand in het bin-

nenste daarvan op en vormt een heuvel, die naar de van den wind afgekeerde zijde langzamerhand in hoogte afneemt. Intusschen kan het zand rondom dien heuvel wegstuiven, zoodat er een geisoleerd bergje gevormd wordt, een verschijnsel, dat men zeer dikwijls in binnenlandsche zandverstuivingen kan waarnemen, waarvan de veelvuldig voorkomende „Kraaiheide," Empetrum nigrum, de oorzaak is. Soms kunnen zulke geisoleerde plantengroepjes de aanleiding zijn tot het wegstuiven van het zand; wanneer n.l. op den grond liggende takken dier planten door den wind heen en weder geslingerd worden, roeren zij het zand onder hun bereik voortdurend om, zoodat op die plaats geen plantengroei mogelijk is, wanneer de wind op zulk een plek kan inwerken, wordt het losse zand medegevoerd, er ontstaat een kuiltje, dat voortdurend grooter wordt en ten slotte eene geheele uitstuiving tot op den vasten grond tengevolge kan hebben. Vooral „zandgras," Arundso arenaria, waarvan de doode, droge stengelbladen door den wind geknikt worden, kan zulk eene losmaking veroorzaken.

Terwijl dus afzonderlijk staande planten een hoogst schadelijken invloed uitoefenen kunnen, is het niet genoeg te waardeeren, wanneer de grond geheel met planten bezet is, ten minste indien hun onderlinge afstand niet te groot is. Zij verminderen in hooge mate de kracht van den wind, zoodat deze onvoldoende wordt om het zand in beweging te brengen. De onderlinge afstand, waarop de planten staan moeten, hangt af van hun oppervlak, hoogte en meer of mindere buigzaamheid, maar vooral van het meer of minder geexponeerde van het terrein ten opzichte van den wind, zoodat een helling, welke in den wind ligt, een grooter aantal planten vereischt om haar in rust te houden dan een vlak terrein.

De uitgestoven lagere plekken, welke gewoonlijk duinkleppen, keelen, dellen enz. geheeten worden, vertoonen gewoonlijk een andere oppervlakte dan de heuvels. Zooals boven gezegd is, kan de verstuiving slechts plaats

hebben tot op het grondwater, daar door de vochtigheid het zand zulk een samenhang verkrijgt, dat de wind het niet kan meevoeren. Veelal is de uitgestoven plaats, ten minste in een binnenlands gelegen verstuiving, bedekt met steenen, welke niet daarheen gebracht zijn door regenstroomen of op andere wijze, maar in het stuivende zand voorkwamen en langzamerhand zakten, daar het fijnere zand medegevoerd werd; zij verzamelen zich dus op de uitgestoven plekken en bedekken die ten slotte zoo voldoende, dat het daaronder gelegen zand, dat wel zou „kunnen" verstuiven, daarvoor bewaard wordt.

Dikwijls ook is het slechts grof zand of zijn het zandoerbonkjes, die zich daar verzameld hebben. Soms is het zand afgestoven tot op de leemlaag, zooals men in Drenthe dikwijls kan waarnemen, of tot op een vroeger gevormde veenlaag, zooals onder een groot gedeelte der Hollandsche duinen en ook in Drenthe voorkomt, zoodat men het merkwaardige verschijnsel kan zien, dat turf gestoken wordt te midden van een zandwoestijn. Heeft het stuifzand heiden overdekt, dan stuift het tot op den meestal vasten grond af, zoodat men dikwijls de donkerbruin gekleurde oerlaag aan de oppervlakte ziet liggen. Welke ook de oorzaak voor het verhinderen van het verder stuiven mag zijn, zoo is de grond der uitgestoven plekken steeds vast, in die mate zelfs, dat hij geen water doorlaat, zoodat het in cultuur brengen ervan niet mogelijk is dan na voorafgaande grondbewerking.

Oorzaken van het ontstaan van zandverstuivingen.

De oorzaak van het ontstaan der zeeduinen is de onophoudelijke toevoer van zand door de zee, en het opwerpen tot heuvels daarvan door den wind; bij het ont-

staan der binnenlandsche duinen was echter een groote hoeveelheid onzamenhangend zand reeds aanwezig, het wachtte slechts op de een of andere oorzaak, die het aan het vervoer door den wind zou prijs geven.

Een tot stuiven geneigde zandvlakte kan ten eerste in beroering komen door het wegnemen van de grondbedekking; groote oppervlakten onzer zandverstuivingen hebben hun ontstaan te danken aan het roekeloos plaggenmaaien, met het doel om de plaggen te gebruiken tot strooisel in de stallen. Wanneer een heideveld van zijne bedekking beroofd is en het kale zand waaraan zelfs geen plantenwortels eenige vastheid geven, aan de oppervlakte komt, behoeven slechts een matige wind en sterke uitdroging samen te werken, om het zand in beweging te brengen en het begin van eene zandverstuiving te doen ontstaan. Wanneer eenmaal een uitgewaaide kuil voorhanden is, vindt het omliggende zand eveneens zijn steun niet meer, en het kwaad neemt hoe langer hoe grooter afmetingen aan. Een andere reden tot het losraken van het zand is het drijven van vee over tot verstuiving neigende gronden, vooral schapen zijn in dit opzicht zeer hinderlijk, omdat zij kleine hoeven hebben, gewoonlijk in grooten getale bijeen gedreven worden en de eigenaardigheid hebben om steeds achter elkaar op een eenmaal gevormd paadje te loopen. Men treft in Gelderland en Drenthe veel zoogenaamde schaapsdriften aan, die door het herhaalde overdrijven van schaapskudden geheel van hun plantenbedekking beroofd zijn en waarvan de grond in stuifzand is veranderd. Vooral op heuvelachtig terrein is de nadeelige werking sterk te bespeuren, daar hier de helling afgetrapt en wat er nog aan planten voorhanden was, daardoor geheel vernietigd wordt.

Ook het rijden met wagens kan de oorzaak wezen dat een grond, die er neiging toe heeft, in stuifzand overgaat. Is het spoor in de heerschende windrichting gelegen, dan is het gevaar des te grooter. Het tegengaan van het drijven van vee en het verleggen der sporen of het invullen

daarvan met heide, brem of korte takken, is dus op zulke gronden bepaald noodzakelijk.

Is eenmaal eene zandverstuiving in cultuur gebracht, bijv. door grove dennen, en wordt het bosch na verloop van tijd kaal afgehakt, dan zal de grond zeer spoedig weder in stuifzand overgaan, wanneer hij langeren tijd kaal ligt; de door den afval van naalden en takken gevormde humus zal spoedig door den invloed van het licht en andere factoren verteeren en den grond even kaal achterlaten als hij voor het in cultuurbrengen was, vooral de koppen der heuvels, welke natuurlijk het meest aan den wind zijn blootgesteld, zullen het eerst weder beginnen te stuiven.

Invloed van den wind.

Evenals de wind de kracht is, waardoor de heuvels van stuifzand ontstaan, zoo is hij ook de kracht, die hen tracht te effenen, maar tevens en bovenal de kracht, die belet dat alleenstaande boomen zich boven hun kruin verheffen. Tot nu toe heb ik betreffende de algemeene eigenschappen van stuifzand geen onderscheid gemaakt tusschen zeeduinen en binnenlandsche duinen; wat de invloed van den wind betreft, is er echter wel degelijk verschil tusschen beide vormen.

De wind, die onze zeeduinen het krachtigst treft, heeft reeds een groot deel van zijn kracht verloren wanneer hij over onze binnenlandsche duinen heenvaart, zoodat de eerste in dit opzicht in een zeer ongunstig geval verkeeren; er staat echter tegenover dat de zeeduinen, juist door hunne grootere hoogte meer beschutting leveren.

De meest voorkomende winden in ons land zijn de Zuidweste winden, zooals blijkt uit Bijlage II*a*; de door

hen medegevoerde lucht bevat gewoonlijk een grootere hoeveelheid waterdamp, dan die, welke bij Oostelijken wind over ons land strijkt, aan de eerste hebben wij trouwens, zooals bekend, een deel van de gematigdheid van ons klimaat te danken. Wat de windkracht betreft, zoo blijkt uit Bijlage II*b*, dat deze aan de zeekust aanmerkelijk grooter is dan meer binnenslands, waarom men dan ook aan het strand en aan de naar zee toegekeerde zijde der duinen geen boomvegetatie aantreft. De werking van den wind doet zich over groote uitgestrektheden herkennen. Jutland dat over zijn geheele lengte aan den zeewind blootgesteld is, draagt van *nature* geen boom of struik op de westelijke helft der breedte, terwijl de oostelijke in dit opzicht veel meer bevoorrecht is, hetgeen verklaard wordt, doordat over de geheele lengte een rug loopt, welke tevens de waterscheiding vormt, en het oostelijk deel tegen de zeewinden beschermt. Op onze Noordzee-eilanden zijn boomen uitzonderingen, langs onze geheele Noordzeekust komen slechts aan de binnen- of landzijde boomen voor, behalve in de beschutte valleien. Men zou dus allicht geneigd zijn te meenen dat dáár waar de natuur niet uit zichzelf den bodem met bosschen bedekte, dit ook kunstmatig niet mogelijk ware. Het beste middel om de ongerijmdheid van deze redeneering te weerleggen is een verwijzing naar andere streken waar onder dezelfde, ja zelfs onder nog veel ongunstiger omstandigheden resultaten verkregen zijn, die zelfs den grootsten twijfelaar aan de mogelijkheid om onze duinen te bebosschen moeten bekeeren. De Landes, de moerassige heidestreek ten zuiden van Bordeaux wordt ten westen van de zee gescheiden door een duinreeks van 1 tot 8 kilometer breedte. Met het opbosschen dezer duinen is men in 1810 op last van Napoleon I begonnen en is daarmee tamelijk regelmatig voortgegaan. Men gebruikt hiertoe de Pinus pinaster (P. Maratima) zeeden, die in dit zuidelijke klimaat niet door vorst te gronde gaat. Bij mijn bezoek in 1885 aan deze streken trof ik daar uitstekende bosschen aan, die in geen enkel opzicht behoeven onder te doen voor

die, welke onder gunstiger omstandigheden zijn opgegroeid. Wanneer toch een gemiddelde hoogte van 20 Meter bereikt wordt (terwijl sommige partijen een hoogte van 25—30 meter hebben) zal men moeten toegeven, dat door kunstmatige bebossching zeer gunstige resultaten verkregen kunnen worden.

Langs de geheele Pruissische oostzeekust worden de duinen door de directie der „Hafenbau" of door het „Staatsforstambt" opgeboscht; men is hiermede in 1795 begonnen toen Sören Biörn de opdracht ontving om de Danziger münde door bosch te bevestigen. Welnu, bijna overal, waar de noodige kennis gepaard werd aan ambitie voor het moeielijke werk zijn prachtige resultaten aantewijzen. Het meest ongunstige terrein is zeker de Frische Nehrung, een smalle duinstrook, welke de oostzee van het Frische Haff scheidt en een afwisselende breedte van 100 tot 500 meter heeft. Aan beide zijden kan de wind zijn invloed ruimschoots doen gelden, daar het Haff een breedte heeft van c^a^ $1^1/_2$ uur.

Te Kahlberg waar de breedte van water tot water 250 M. bedraagt, treft men uitstekende grove dennenbosschen aan, met een gemiddelde hoogte van 15 M. en die nog in vollen lengtegroei zijn, terwijl de duinen geen grooter hoogte dan 8 Meter bereiken.

Ook te Scholpin bij Schmolzin en te Vitte in Pommern vindt men uitstekend geslaagde duinbebosschingen.

Men ziet dus uit het bovenstaande, dat het kunstmatig opbosschen zeer goede resultaten kan opleveren, en dus het niet voorkomen van bosschen op de duinen niet een gevolg is van de door de natuur beheerschte omstandigheden, maar alleen van de nalatigheid van den mensch om de natuur te dwingen, datgene te leveren, waarvoor de voorwaarden gegeven zijn.

Wat nu de binnenlandsche zandverstuivingen betreft, zoo kan men omtrent de mogelijkheid om die door middel van bosschen te beteugelen en rente aftedwingen in ons eigen land voorbeelden genoeg vinden. Aan vele van

de grove dennenbosschen op de Veluwe en in Drenthe kan men nog het oorspronkelijke karakter van den grond herkennen. De heuvelachtige ligging van den grond welke geen andere oorzaak kan hebben dan de wind, de dieplosheid van de heuvels gepaard aan de ondoorlatendheid van de uitgestoven valleien, laten geen twijfel over of deze gronden waren eenmaal woeste, naakte zandvlakten, die hetzij toevallig, hetzij kunstmatig met bosch bedekt zijn geworden. Wat zulke gronden kunnen leveren, daarvan geeft ons b.v. het Leuvenumsche bosch op de Veluwe in de nabijheid van Harderwijk een bewijs. Hier zijn de grove dennen gegroeid, die als heipalen het Amstelhotel te Amsterdam dragen. Doch tal van andere bosschen in Gelderland, het Ginkelsche, Hoenderlosche, Otterlosche Vierhoutensche bosch, in Drenthe het Dieversche enz. leveren het bewijs, dat zandverstuivingen door bosch productief gemaakt kunnen worden.

De meeste der opgenoemde bosschen liggen te midden van uitgestrekte heidevelden, waarover de wind met onverzwakte kracht zijn invloed kan uitoefenen. Deze invloed is duidelijk waartenemen, niet alleen bij bosschen op stuifzand, maar bij alle aan den wind blootgestelde bosschen. Hij openbaart zich in een van uit het bosch naar den geexponeerden rand afnemenden lengtegroei, zoodat de lijn, welke de richting van den wind aangeeft, een helling met den horizont maakt; het is ook door zijn invloed dat de randboomen slecht ontwikkeld zijn in den kroon, maar daarentegen tot dicht bij den grond van zware takken voorzien zijn, die tengevolge van de ongehinderde lichtinwerking zich flink kunnen ontwikkelen en zoodoende een krachtig middel zijn om den grond voor verarming door den invloed van licht en wind te beschutten.

De invloed van plantengroei op het zand en omgekeerd.

Ofschoon de meeste plantensoorten, welke in zeeduinen en binnenlandsche zandverstuivingen voorkomen, zich geaccomodeerd hebben aan hetgeen de bodem hen biedt, of liever op zulke gronden slechts die plantensoorten voorkomen, welke de voorwaarden voor hun bestaan nog juist vervuld vinden, zoo is toch niet de geheele Flora dier gronden, maar slechts een betrekkelijk klein aantal planten van zulk een beteekenis dat een nadere beschouwing er van gerechtvaardigd is.

De meest voorkomende en tevens de meest belangrijke planten zijn de zandgrassen. Hoofdzakelijk zijn het 2 soorten van de familie der Gramineën, die een groote rol in de stuifzandquestie spelen en wel de Zandrogge, Helm, Duin, Arundo arenaria en A. baltica en Zandhaver, Elymus arenarius. De helm heeft een ongekleurden of eenigszins geel getinten wortelstok, welke zich uiterst ver kan uitstrekken en uit welks knoopen zich zoowel wortels als stengels kunnen ontwikkelen. Deze eigenschap maakt, dat men bij de kunstmatige voortplanting van de helm niet angstvallig alle wortels behoeft te ontgraven, maar dat het voldoende is om een gedeelte van dien wortelstok in den grond te brengen, om zeker te zijn dat zich daaruit een nieuwe plant ontwikkelen zal. De halmen zijn stijf en al naar gelang van den weelderigen groei $^1/_2$ tot 1 Meter hoog. De bladen zijn stijf doordien zij opgerold zijn, een middel om zoo weinig mogelijk oppervlakte aan de lucht te bieden, waardoor dus de verdamping door de bladoppervlakte tot een minimum beperkt wordt. De spits van het blad is zeer puntig, het geheele blad heeft een ruwe oppervlakte. Hoe onsmakelijk haar uitzicht ook zij, zoo wordt de plant toch gaarne door het vee gegeten, een omstandigheid die wel eens in tijden van gebrek aan veevoeder, aanleiding geeft tot het verzamelen van helm, het geen in ieder geval nadeelig is voor den grond waarop zij voorkomt.

De bloemstengel is rolrond; de bloeiwijze bij A. arenaria een schrale aar, bij A. baltica een meer uitgespreide pluim; beide plantsoorten hebben een grauwgroene kleur. Wanneer de plantendéelen afgestorven zijn, zijn zij helder geel en kunnen dan voor het maken van ruige en gladde matten en voor mandjes gebruikt worden. Deze industrie is in sommige streken een der hulpmiddelen voor de arbeiders om den winter door te komen; ongelukkigerwijze heeft het zoogenaamde duinsnijden een zeer nadeeligen invloed op het stuifzand; ten eerste wordt van den toch reeds schralen grond plantenvoedsel in den vorm van de aschbestanddeelen der helm ontvoerd, ten tweede wordt de beschutting, die de bovenaardsche plantendeelen aan het zand tegen den wind bieden, weggenomen en de vorming van humus, hoe gering die overigens ook zijn moge, verhinderd, en ten derde heeft het loopen der helmzoekers dezelfde nadeelige gevolgen als het drijven van vee: de grond wordt losgemaakt. Het snijden is dan ook veelal verboden, maar geschiedt desniettegenstaande toch heimelijk, meest 's nachts, zoodat de gevolgen niet uitblijven en eenmaal vastliggend stuifzand opnieuw in beweging komt.

De tweede plantensoort, de zandhaver, Elymus arenarius heeft een kruipenden wortelstok, waaruit zich eveneens stengels omhoog richten, maar bovendien kunnen uit de vlakstrijkende wortels ook stengels ontstaan zoodat een zandhaverplant een grooter uitgestrektheid rondom zich heen met jonge planten voorziet dan een helmplant, welke echter niet zulke dichte bossen vormen als de jonge plantjes van de laatste. De zandhaver heeft vooral in de jeugd een vlak stengelblad, dat zich op later leeftijd te samen rolt, maar minder dicht, dan dat van helm, waardoor het een grooter oppervlakte heeft, hetgeen van beteekenis is voor het tegenhouden van zand. De geheele plant heeft een forscher aanzien dan de helm, en schijnt het overstroomen door zeewater beter te verdragen; toch is zij minder doelmatig voor het vastleggen van stuifzand, daar

zij stijver is en dus niet door den wind gebogen wordt, en hem zooveel weerstand biedt, dat het zand tegengehouden wordt en niet, zooals bij helm, tusschen de stengels heengaat; er hoopt zich dus een klein heuveltje vóór de plant op, dat in sommige gevallen ongewenschte oneffenheid van den bodem tengevolge kan hebben. Bovendien blijven de verdorde bladen langer aan de plant bevestigd dan bij helm en kunnen, wanneer zij geknikt zijn en met hunne uiteinden over den grond schuren, het losraken van het zand tengevolge hebben, daar onder het bereik dier geknikte bladen geen plantengroei mogelijk is.

Evenals helm, kan de zandhaver door het poten van een gedeelte wortelstok voortgeplant worden. Door zaad kunnen A. arenaria en E. arenarius (Ar. baltica niet, daar die hier te lande geen kiemkrachtig zaad voortbrengt) ook vermenigvuldigd worden, maar het vereischt veel zorg om zaaiplanten te kweeken, terwijl in de meeste gevallen een voldoend aantal moederplanten aanwezig is, om daarvan de voor beteugeling noodige planten te steken. Alleen wanneer helm in een binnenlandsche zandverstuiving niet mocht voorkomen (in de duinen komt zij overal voor) zou het aanleggen van zaaibedden of het zaaien op de plaats zelf in aanmerking kunnen komen.

Een eigenschap welke beide zandgrassoorten gemeen hebben, is het vermogen om des te sterker te groeien naarmate de plant meer met zand bedekt wordt. Niet alleen dat deze eigenschap de plant voor te gronde gaan behoedt, maar het overzanden is zelfs een voorwaarde voor haren groei, want, wanneer er geen versch zand meer aangevoerd wordt, sterft helm binnen 5 à 6 jaar af om dan voor andere planten plaats te maken, die de bevestiging van de oppervlakte voltooien, mits er van buitenaf geen aanleiding zij dat de grond opnieuw verstuive. Een eerste plaats onder deze planten neemt in de Carex arenaria, zandzegge of helmdraad, die eveneens een kruipenden wortelstok bezit. Zeer dikwijls ziet men van een moederplant in stralen van soms Meters lengte naar alle

richtingen jonge planten uit den grond komen, waardoor de bodem in zeer sterke mate bevestigd wordt. Verder behoort hiertoe de Weingaertneria canescens een schijnbaar nietig plantje dat slechts geringe hoogte bereikt, maar door zijn ontelbare fijne wortels den grond samenhoudt. Ook de kraaiheide, Empetrum nigrum, belet den grond opnieuw los te stuiven, maar het allermeest wordt de inwerking van den wind op het zand belet door een aantal der laagst georganiseerde planten, die wel is waar grootendeels in het najaar, wanneer het zand vochtig is en niet verstuift, voorkomen, maar door hun overblijfselen tot het aaneenhechten der bovenste zandlaag en tot vermeerdering der humus veel bijdragen.

Het zijn de korstmossen, Imbricaria conspersa en I. olivacea, een mossoort, Barbula ruralis, de zwam Peziza arenaria, terwijl verder in vochtige jaren verschillende paddestoelen het hunne bijdragen om den grond van teelaarde te voorzien. In de duinen komen verder de duin- of kruisdoorn, Hipophaea rhamnoides, de duinbraam, Rubus caesius, en de duinroos, Rosa tomentosa, den grond beschutten, terwijl in de lagere plaatsen eenige loofhoutsoorten voorkomen kunnen, welke zich gemakkelijk door wortelopslag of zaad kunnen voortplanten, zooals de Zandwilg Salix arenaria, kruipende wilg, S. repens, en de kaspische wilg, S. pruinosa acutifolia, de Abeel, Populus alba, en de trilpopulier P tremula benevens zwarte els, Alnus glutinosa, en berk, Betula verrucosa en B. pubescens. In de binnenlandsche zandverstuivingen vindt men zelden een andere loofhoutsoort dan de Salix repens, terwijl daarentegen de jeneverbes Juniperus communis veelvuldig wordt aangetroffen vooral in Drenthe en Friesland, waarvan het zandbindend vermogen echter, zoo niet nul dan toch zeer luttel is.

De verbetering van den grond door plantengroei.

Behalve dat een grond, welke met planten begroeid is, zonder geweldadige verbreking van het plantendek niet door den wind in beweging gebracht kan worden, hebben de planten een nog grooter beteekenis doordat zij 1° humus aan den grond toevoegen, en 2° voedingstoffen uit diepere lagen aan de oppervlakte brengen.

De organische stoffen, welke de planten door omzetting van het koolzuur uit de lucht, gebruikt hebben tot opbouw van hun lichaam, gaan bij den dood van de plant tot verrotting over en er ontstaan uiterst gecompliceerde verbindingen welke echter één eigenschap gemeen hebben dat zij n.l. een hoog koolstof-gehalte bezitten. Het resultaat dezer omzettingen noemt men humus of teelaarde. Daar niet alleen de bovenaardsche plantendeelen humus vormen maar eveneens die organen welke in den grond bevestigd zijn, zal de grond op meer of minder diepte verrijkt worden met teelaarde, welke hem niet alleen door haar natuurkundige, maar ook door haar scheikundige eigenschappen vruchtbaarder maakt, dat wil zeggen meer geschikt om plantensoorten te dragen die hooger eischen stellen aan den grond wat het vochtigheids-voedingsgehalte enz. betreft. Humus bezit een groot vermogen om water optenemen en vast te houden, hierdoor wordt dus het vochtigheidsgehalte van den grond binnen zekere grenzen gehouden, hetgeen vooral in tijden wanneer geen hemelwater den bodem vochtig houdt van veel beteekenis is voor den groei, zoodat dan ook de planten op humusrijken grond minder aan verwelken blootstaan dan op humusarmen. Tevens bindt humus de anders losse zandkorrels zoo, dat er voor humusrijke gronden nooit gevaar van verstuiven zal ontstaan. Een derde natuurkundige eigenschap van den humus is het gevolg van zijn donkere kleur; humus-bevattende gronden kunnen meer warmte opnemen en zijn reeds daardoor vruchtbaarder. Wat nu de scheikundige eigenschap van humus betreft zoo wordt

eerstens bij de verdere ontleding in hoofdzaak koolzuur gevormd, dat, in het regenwater opgenomen, verweerend werkt op de steensoorten, waaruit de grond is opgebouwd. Verder ontstaat er òf direct salpeterzuur, dat zich met bases tot salpeterzure zouten bindt, welke een hoofdbestanddeel der voor de plant benoodigde voedingsstoffen vormen, òf ammoniak, dat door oxydatie in salpeterzuur overgaat.

De aschbestanddeelen der plant, welke alle in den grond hun oorsprong vinden, worden door de wortels opgenomen en komen zoodoende ook in de bovenaardsche deelen. Wanneer deze tot humus zijn overgegaan, is weliswaar de hoeveelheid dier aschbestanddeelen niet vermeerderd, maar zijn zij aan de oppervlakte gebracht en kunnen dus die planten ten goede komen, die niet diepwortelend zijn en dus een beperkt voedselreservoir hebben (bovendien zijn zij nu in een vorm, welke hen meer geschikt maakt om direct door de wortels opgenomen te worden.)

Door deze verschillende eigenschappen van den humus is het der natuur mogelijk zelfs de meest onvruchtbare gronden in vruchtbare te veranderen, gesteld dat er voldoende tijdruimte is, opdat de verschillende plantengeneraties en soorten elkander kunnen opvolgen en dat zij in haar werking niet gestoord worde.

Uit het voorgaande blijkt dus, dat wil men het zand beteugelen en beteugeld houden, er op een of andere wijze een plantenbedekking aangegeven moet worden, de vraag is echter op welke wijze. Twee wijzen komen in aanmerking, men kan n.l. het stuifzand in weideland herscheppen, of met bosch bedekken. Akkerland er van te maken zal met het oog op den toestand van den landbouw wel geheel buiten beschouwing kunnen blijven zoolang er gronden van beter qualiteit onontgonnen of braak liggen blijven.

Ook zal het aanleggen van weide alleen mogelijk zijn in de valleien, waar de grond steeds voldoende vochtig is, maar op de eigenlijke heuvels kan er geen sprake van

zijn; zoo rest ons dus ten slotte het bedekken met bosch, tenzij men mocht verkiezen den eenmaal met moeite en kosten vastgelegden grond renteloos te laten liggen, zooals het domeinbestuur en vele particulieren in de duinen helaas hebben gedaan.

De keuze van de houtsoort is van het hoogste belang voor het welslagen der cultuur, en dus voor de rentabiliteit der onderneming. De overwegingen die ons daarbij moeten leiden zijn de volgende:

1°. Moeten de eischen aan de hoeveelheid mineralische voedingsstoffen in den grond zoo gering mogelijk zijn, m. a. w. de aan te bouwen houtsoort moet op schralen grond kunnen groeien.

2°. moet de houtsoort een diepgaand wortelnet hebben, niet alleen om de noodige vochtigheid uit de diepere lagen te kunnen ophalen, maar tevens om het voedselreservoir zoo uitgebreid mogelijk te maken, en den boomen een stevigen stand te verzekeren.

3°. Moet de houtsoort ongevoelig voor vorst zijn.

4°. Moet de houtsoort grondverbeterend zijn.

5°. Moet de cultuur geen buitengewone zwarigheden bieden.

6°. Moet er ten allen tijde een markt zijn zoowel voor de vooropbrengsten als voor de eindopbrengst.

Gaat men de rij der in ons land geacclimatiseerde houtsoorten na, dan blijkt het, dat slechts twee houtsoorten aan de gestelde eischen voldoen, en wel de grove den, Pinus silvestris en de Oostenrijksche den, Pinus laricio austriaca. Zij groeien op de schraalste grondsoorten hoewel de Oostenr. den bepaald een kalkhoudenden grond vereischt en dus alleen in de duinen op zijn plaats is, beiden bezitten zij een penwortel (die van den grove den is het meest ontwikkeld), zijn geheel winterhard, geven jaarlijks door hun naaldenafval en den afval hunner van lichtberoofde en daardoor gestorven takjes een groot deel der uit den grond opgenomen aschbestanddeelen weer aan den grond terug, terwijl, wanneer zij in gesloten stand opgegroeid zijn de

grond door mos bedekt wordt, hetgeen een uiterst werkzaam middel is om hem vochtig te houden en hem voor verarming te beschutten. De tegenwoordige hoogte waarop de dennen-cultuur staat door middel van één of tweejarige planten met naakte wortels, maakt dat er van zwarigheid bij den aanbouw geen sprake kan zijn. Wat den laatsten eisch betreft zou men kunnen aanvoeren dat elke houtsoort, welke technisch bruikbaar is of zelfs slechts brandhout levert, in ons houtarm land aan het doel zal beantwoorden; hoeveel te meer een houtsoort welke zoo veelzijdig gebruikt wordt en waarvan jaarlijks toenemend grootere massa's over onze grenzen vervoerd worden, terwijl letterlijk alle sorteeringen, van de geringste af, handelswaarde bezitten.

Uit een boschbouwkundig oogpunt is het gewenscht geen bosschen van ééne houtsoort over groote uitgestrektheden aaneen gesloten aan te leggen doch deze af te wisselen met meer of minder breede strooken van andere houtsoorten; vooral is deze regel van belang bij bosschen van naaldhoutsoorten met het oog op gevaar voor brand en insecten-beschadiging; hier dient de andere houtsoort dus een loofhoutsoort te zijn, daar deze beter een uitgebroken brand keert, en de meeste der insecten, welke op naaldhout voorkomen, niet op loofhout kunnen leven. Er moet dus ook een keuze gedaan worden tusschen de loofhoutsoorten. Ofschoon er geen loofhoutsoort is, welke aan alle opgesomde eischen voldoet, zijn er toch enkele welke aan vele daarvan beantwoorden. Ik bedoel hier de berk, trilpopulier en de abeel. Zij stellen geringe eischen aan de vruchtbaarheid van den grond, dringen tot op aanzienlijke diepte in den grond door, zijn tegen vorst bestand en bieden geen zwarigheid bij de cultuur, terwijl er voor alle drie steeds een voldoende markt te vinden is. Één bezwaar bieden zij echter allen, de berk in hooge mate: zij zijn n.l. alle lichtboomen d. w. z. dat zij geen beschaduwing verdragen, en alleen in ruimen stand een voldoenden groei vertoonen, zoodat de grond door hen slechts onvolkomen

bedekt wordt, terwijl de jaarlijksche bladafval in veel geringer mate aan de oppervlakte die stoffen teruggeeft, welke aan den grond onttrokken zijn. Bovendien verlangt de trilpopulier vooral, maar ook de abeel, een frisschen grond, zoodat zij slechts in de lagere plaatsen in aanmerking komen. Houdt men de rol, welke zij in de grove dennenbosschen te vervullen hebben in 't oog, dan zijn de drie opgenoemde houtsoorten zeer zeker bruikbaar.

Hetgeen hierboven in 't algemeen gezegd is van de houtsoorten, welke voor bebossching der stuifzandvlakten in aanmerking komen, neemt niet weg dat er in ons land ook, door stuifzand bedekte gronden aangetroffen worden, welke voor aanbouw met andere houtsoorten geschikt zijn.

Dit is o. a. het geval met sommige tot het noordsch dilivium behoorende gronden, waar het stuifzand in een meer of minder dikke laag een vruchtbaren leembodem bedekt, welke door aanleg van akkermaalsbosschen zeer goede resultaten kan opleveren (Dieverzand). Ook in de duinen vindt men plaatsen waar de ondergrond klei is, zoo b. v. bij Katwijk.

II.

De voorgaande bladzijden, waarin de eigenschappen van het stuifzand in betrekking tot den plantengroei uiteengezet zijn, geven een leiddraad, naar welke grondbeginselen de kultuur behandeld moet worden.

Steeds echter moet in 't oog gehouden worden, dat het niet alleen te doen is om het stuifzand te beteugelen, maar tevens om dit op de minst kostbare wijze te doen, en zoodoende mogelijk te maken, dat de kapitalen, daarbij betrokken, rente opbrengen. Daarvoor is echter noodig,

dat hij, die het werk onderneemt, niet alleen de noodige technische kennis bezit, maar tevens, dat hij genoeg volharding heeft, om de vele bezwaren te overwinnen en het werk tot een afgerond geheel te voleindigen, daar een gedeeltelijke beteugeling in de meeste gevallen van nul en geenerwaarde zal zijn.

Twee zaken moeten bereikt worden: *Verhindering van het verdere stuiven* en *verbetering van den grond.*

Het meest gunstige geval ware, wanneer beide doeleinden tegelijkertijd bereikt konden worden. Hiertoe zoude de oppervlakte van den grond bedekt moeten worden met een betere grondsoort, waardoor het mogelijk ware op eenmaal een plantendek tot stand te brengen. Deze wijze van handelen zou echter zoo ontzachelijk groote uitgaven vorderen, dat zij slechts in het allergunstigste geval mogelijk is, b.v. wanneer de stuivende laag slechts geringe dikte heeft en de daaronder gelegen grond zonder groote kosten bovengebracht kan worden. In verreweg de meeste gevallen zal het noodig zijn, om het stuifzand met dat plantendek te voorzien, hetwelk den grond verbetert en de meeste kans op grondrente geeft.

Aangezien er slechts weinig oogenblikken in het vegitatie tijdperk zijn, waarin het stuifzand geheel tot rust is, zal het noodig zijn om het stuiven zoolang door andere middelen te beperken tot het aangebrachte plantendek zelf daartoe in staat is.

Daar de wind de allereerste oorzaak voor het stuiven is, moeten alle maatregelen daarop gericht zijn, om dien vijand te weren. Men kan hierbij twee manieren onderscheiden waarop dit doel bereikt wordt: *a.* door het afhouden van den wind van den grond door bedekking daarvan met een of ander materiaal, *b.* door het oprichten van staketsels van verschillende constructie welke den wind tegenhouden. Hieronder zullen beide wijzen nader besproken en hun voor- en nadeelen nader gewikt worden.

Het is m. i. hier de plaats om met allen ernst te wijzen over het hoognoodzakelijke van voortdurend toezicht

op alle werken bij stuifzandkultuur aangebracht, want nergens wordt zoo zeer de waarheid van het spreekwoord „kleine oorzaken hebben groote gevolgen" ondervonden als hier. Een schijnbaar onbeteekenende beschadiging aan de bedekking van den grond kan oorzaak zijn dat de wind daar een aangrijpingspunt vindt en zijn kracht er op uitoefent, waardoor geheele oppervlakten op eenmaal ontbloot worden. Beschadiging blijft zelden uit, maar het zou verkeerd zijn daarom den moed op te geven, want tegenover zulke teleurstellingen staat weer onvoorziene voorspoed, wanneer b. v. een natte zomer het werk buitengewoon begunstigt en tijd- en geld-roovende werken onnoodig maakt.

Alvorens een begin te maken met de bedekking, moet de oppervlakte in zulk een toestand gebracht worden, dat het ook werkelijk mogelijk is om het plantendek tot stand te brengen. Hiertoe moet het terrein geegaliseerd worden, hetgeen echter niet zeggen wil, dat het geheel vlak en effen behoeft te liggen, maar toch moeten de koppen geslicht, de scherpe randen der uitgestoven dalen afgeschuind en de windtrekgeulen gedicht worden, bovendien moeten alle alleenstaande boomen, struiken en vaste aardkegels verwijderd worden, daar zij den wind tegenhouden, en oorzaak zijn, dat deze ter zijde dezer voorwerpen met des te meer kracht op de oppervlakte inwerkt.

Gelukkig kan men hierbij van een goedkoop hulpmiddel gebruik maken, dat juist aangewend, zeker doel treft, n.l. van den wind zelf.

Moet een kop geslicht worden, dan is het voldoende om hem van allen plantengroei te berooven en men kan er zeker van zijn, dat binnen korten tijd de geheele zandmassa van den kop door den wind is weggevoerd. Wil men spoediger werk verrichten, dan kan men, na het oprichten van een heg op de hoogte tot waarop de kop moet verdwijnen en welke den wind schuin langs de helling geleid, deze doen ondergraven, waardoor de kop instort en eveneens in de richting van den wind wordt

weggevoerd. Het invullen van geulen geschiedt door het oprichten van een doode heg die den wind tegenhoudt en daardoor zijn snelheid vermindert, waardoor het medegevoerde zand valt. De heg wordt langzamerhand onder het zand bedolven en moet, wanneer de invulling der geul nog niet voldoende is, door een anderen vervangen worden die hetzelfde lot ondergaat, en zoo vervolgens tot de hoogte bereikt is die men wenscht.

Het vastleggen van binnenlandsche Zandverstuivingen.

De binnenlandsche zandverstuivingen zijn, wat het vastleggen betreft, in veel gunstiger conditie dan de zeeduinen, reden waarom ik ieder afzonderlijk zal behandelen.

In vroegere tijden heeft men bij het beteugelen van zandverstuivingen veel gebruik gemaakt van heggen, welke van verschillend materiaal waren samengesteld. Meestal waren het grove dennentakken, ook wel jeneverbessenstruiken, soms zelfs stroo- of rietheggen, welke loodrecht op de richting van den wind op bepaalden afstanden achter elkander werden opgericht. Veelal werd, om den heg voldoenden steun te geven, een horizontale richel aangebracht, welke aan palen was aangespijkerd, welke wederom door schoren werden gesteund. De hoogte van de heg en hare dichtheid wisselde al naar het doel dat men beoogde af van 2 tot 6 voet. Men meende dat de wind zoodoende van het achter de heg gelegen zand afgehouden en dat dus voor verstuiven bewaard zou worden, waarop dan ten slotte door natuurlijke begroeiing een plantendek gevormd zou worden. Ongelukkigerwijze heeft men hierbij echter over het hoofd gezien, dat de beschutting door een heg zich slechts over een zeer geringen afstand daarachter uitstrekt; deze afstand is op vlak terrein niet meer dan $1^1/_2$ tot 3 maal de hoogte van den heg, hetgeen zeer ver-

klaarbaar is, daar de richting van den wind nooit horizontaal is, maar steeds een hoek met het waterpasse vlak maakt. (Bij een helling onder den wind zou deze afstand al naar de steilte nog veel geringer zijn.) Wilde men dus een vlakte geheel door heggen tegen verstuiven beschutten, dan moest men de heggen zóó dicht achter elkander plaatsen dat hun afstand gelijk aan of liever iets kleiner was dan hoogstens 3 maal hun hoogte. Wilde men met 1 Meter hooge heggen opereeren, dan zou er voor een H.A. vlakte c^a^ 660 dagloonen noodig zijn. Stelt men het dagloon op 70 cent dan zou dit een bedrag van 462 gulden per H.A. vormen. Waarlijk een som, groot genoeg, om zelfs den meest energieken stuifzandbeteugelaar afteschrikken. Wanneer de hoogte van de heg grooter genomen werd zou ook de stevigheid van het materiaal grooter moeten zijn, hetgeen wederom de kosten zou verhoogen.

Niet alleen zouden de kosten aan deze wijze om het zand te beteugelen verbonden, een onoverkomelijke hinderpaal er voor zijn, maar het doel zou daardoor nog slechts onvolkomen bereikt worden, want de eerste heg zou het zand slechts zoo lang tegenhouden tot zij geheel ondergestoven was, waarop de tweede den rol van de eerste zou moeten overnemen en zoo vervolgens; bovendien zou men geen materieel kunnen vinden, dat zoo lang stand hield, totdat het begroeien der vlakte tot stand was gekomen.

Zeer te begrijpen is het dus, dat heggen als beteugelingsmateriaal niet meer gebruikt worden, maar dat zij alleen dienst doen bij het invullen van gleuven, waar zij dus slechts tijdelijk zijn.

Door de ondervinding geleerd, heeft men ingezien dat slechts eene bedekking van den grond voldoende beschutting geeft.

Al naar gelang der omstandigheden kan men hierbij van zeer verschillend materiaal gebruik maken.

Veelal zijn in de nabijheid van zandverstuivingen bosschen van grove dennen te vinden, die in hunne takken

een uitstekend bedekkingsmiddel kunnen leveren, daar zij zich goed tegen den grond aanleggen en de naalden langen tijd behouden. Wanneer de naalden afgevallen zijn, duurt het overblijvende hout al naar de qualiteit en dikte 6 tot 10 jaar, gedurende welken tijd de grond zeer voldoende bedekt kan zijn. Gewoonlijk worden de takken in rijen gelegd, welke loodrecht op de heerschende windrichting verloopen, en de blezen (boveneinden) van den wind afgelegd. Om het oprollen door den wind te voorkomen worden al naar de richting waarin men werkt, (wind af of tegen den wind in,) de ondereinden der volgende rij onder de blezen der voorgaande gestoken of de blezen der volgende rij op de ondereinden der voorgaande rij gelegd. Om het geheele dekwerk meer stevigheid te geven worden er in de richting der rijen, al naar de lengte der takken, één of twee zwaardere uitgesnoeide stangen gelegd welke met houten mikken, die in den grond geslagen worden, bevestigd zijn. Wanneer er geen genoegzaam aantal mikken te krijgen is, kan men de stangen ook op het dekwerk drukken door twee paaltjes tegenover elkaar schuin in den grond te slaan, zoodat zij elkaar dicht boven den stang kruisen. Het best voldoen takken van oudere boomen, daar zij meer waaiervormig zijn en dus platter kunnen worden neergelegd dan snoeisel van jonger hout, waarvan de zijtakken meer naar alle richtingen staan; ook kan van het eerste meer geladen worden per vracht.

Wat de hoeveelheid materiaal betreft, zoo hangt die af van de dichtheid, waarop men de takken legt, van de lengte der takken zelve en het terrein. De takken moeten zóó liggen dat er geen open plekken tusschen blijven, maar toch zóó dat men overal het zand er door heen kan zien; lange takken zijn niet voordeelig daar de ondereinden gewoonlijk te kaal zijn en de takken dus te ver over elkander moeten liggen om den grond te bedekken, terwijl zeer kort materiaal weer te veel bevestigingsstangen noodig maakt. Op zeer geexponeerde terreinen,

zooals steile hellingen in den wind gelegen, moet de bedekking dichter zijn dan op de vlakte. Hieruit blijkt, dat het onmogelijk is eene, voor alle omstandigheden geldende, hoeveelheid op te geven, maar toch kan men aan de hand van Krause, Burgsdorf, Hartig, Pannewitz en anderen, die allen veel ondervinding op dit punt hebben, de volgende gemiddelde hoeveelheden en prijzen aannemen.

Per H.A. zijn noodig 275 Ruimtemeters (wissen) takken welke een inhoud hebben van 69 M^3 hout; rekent men het gewicht van 1 M^3 op 600 K.G. dan bedraagt dit 41400 K.G. terwijl men een twee paards vracht in het losse zand op niet hooger dan 1000 K.G. mag stellen, en derhalve 42 vrachten noodig zijn. Kunnen 4 vrachten per dag gedaan worden, hetgeen geheel van den afstand en de duur van den arbeidsdag afhangt, dan zijn dit $10^1/_2$ paardendagen welke a f 4 per dag een uitgaaf van f 42 geven. Het hakken en bijeenbrengen kan in aangenomen werk voor f 5,90 per 100 Ruimtemeters gedaan worden, hetgeen dus voor 275 Ruimtemeters f 16.22^5 bedraagt. Het uitleggen en bevestigen van de takken kan voor 55 cts. per vracht geschieden, hetgeen voor 42 vrachten op f 23.10 komt. De totale kosten per H. A. zijn dus zonder materiaal f $81,32^5$. Rekent men het materiaal gebonden op f 1.50 per vim en voor binden f 0.40, dan zou het opgestapelde hout f 1.10 per vim waard zijn. Aangezien 275 $R.M^3$ (wissen) c^a 150 vim inhouden, zou aan materieel f 165 noodig zijn zoodat de totale kosten f 246.32^5 bedragen.

Voorwaar geen kleinigheid; wanneer men alleen bedenkt wat de finantieele resultaten van zulk een ontginning zullen zijn, zal niemand zich illusies maken van een eventueel behoorlijke rente, ten minste niet door het eerste geslacht van dennen. Veelal zal echter het takhout geen of weinig waarde hebben juist op die plaatsen waar zandverstuivingen voorkomen, zoodat dan de groote post van f 165 voor materiaal vervalt. In dit geval zal er gewoonlijk wel degelijk rente gemaakt kunnen worden van het aangewende kapitaal, daar dit door het opbosschen slechts

weinig verhoogd wordt. De transportkosten welke ca 50 % van de geheele onkosten uitmaken, kunnen verminderd worden wanneer men de hoofdweg, waarlangs het materiaal aangevoerd moet worden, verbetert door de sporen te beleggen met takken. Wel is waar wordt hierdoor geen blijvende verbetering tot stand gebracht, maar de zoo gemaakte kunstweg kan lang genoeg stand houden om het doel te bereiken. In plaats van grootere takken van oudere boomen kan men ook gebruik maken van dunsel uit grove dennenbosschen; is het tamelijk lang dan kan men het op dezelfde wijze behandelen, maar is het slechts kort dan is het moeielijk te leggen en zal in allen gevalle meer dwarsstangen vereischen, om het aan den grond te houden.

Een verder, eveneens meestal in de nabijheid verkrijgbaar, materiaal zijn jeneverbessenstruiken, brem en soms riet; het wordt op dezelfde wijze behandeld als boven voor takken uiteengezet is.

Ook heide kan dienst doen mits deze lang genoeg is (van 45 tot 60 c. M.) daar zij anders niet vastgehouden kan worden. Is de heide langer dan is zij van onder te kaal en dekt te weinig. Per H. A. heeft men 1500—2000 bossen van $1^1/_2$ Meter omtrek noodig, welke gewoonlijk voor $2^1/_2$ ct. per bos met inbegrip van den strooband gesneden kunnen worden. Neemt men in plaats van een strooband, touw dan kan dit meermalen dienst doen en worden de kosten 1 ct. per bos. Nog goedkooper wordt het materiaal wanneer het, niet gebonden maar afgemaaid zijnde, direct met den hooivork op den wagen geladen wordt; wel is waar kan het dan niet zoo netjes uitgespreid worden, maar dit bezwaar weegt niet op tegen de vermindering van onkosten.

Kan over een voldoende hoeveelheid snoeisel, onverschillig van welke houtsoort afkomstig, beschikt worden, dan kan dit in den herfst over de vlakte uitgespreid en al naar gelang van het meer of minder blootgestelde van het terrein dichter opeengelegd worden.

Het is niet goed doenlijk om het aan den grond te drukken door overgelegde staken, trouwens dit zal meestal ook niet noodig zijn daar het warrig genoeg is, om, wanneer het eenigszins bezakt is, als een vilt in elkander te grijpen, zoodat het tegen wegvoering door den wind voldoende weerstand biedt.

Het beste materiaal om stuivend zand te bedekken zijn echter plaggen. Meestal zullen die wel in voldoende hoeveelheid in de nabijheid te verkrijgen zijn, zoodat de kosten van vervoer en van steken of maaien niet zeer in het gewicht vallen.

Het best zijn plaggen van veenachtigen grond daar deze sterk doorworteld en dus taaier zijn, zoodat zij de behandeling bij het op- of afladen kunnen lijden; bovendien wordt er niet zoo veel grond mee gestoken en zijn zij dus niet zoo zwaar, waardoor de transportkosten verminderen zullen. Doch bij gebrek aan plaggen van veenachtigen grond kunnen ook heide- of grasplaggen gebruikt worden.

Al naar de gewoonte in een streek meebrengt, worden ze gestoken met den plaggenschop (een gereedschap veel gelijkend op de gewone spade met punt, maar daarvan afwijkend door dat de rug niet aan de achter-, maar aan de bovenzijde ligt en de steel opgebogen en langer is,) of gemaaid met den plaggenhak, welke gewoonlijk 30 c.M. breed is, of met de plaggenzicht, welke eenige overeenkomst heeft met de roggezicht, behalve dat zij korter en veel zwaarder gebouwd is en met twee handen gehanteerd wordt. Het voordeel aan het steken verbonden is, dat de plaggen gelijkmatiger van dikte worden, en ook zijdelings gladder afgekant zijn, hetgeen met de plaggenhak of zicht niet te bereiken is, daar hier met één slag de plag verkregen wordt.

Men kan zoowel de netheid als de snelheid van werken bevorderen door de plaggen „af te riemen" d. w. z. strooken ter breedte der plag verticaal af te snijden, door een stevig mes aan het einde van een stok te bevestigen en dezen aan een touw te laten voorttrekken, terwijl den stok tegen en het mes in den grond drukt; de plaggen wor-

den zoodoende alle even breed; wanneer nu ook loodrecht op de vorige richting strooken afgesneden worden, worden de plaggen ook alle even lang, hetgeen voor het laden en het leggen groot gemak oplevert.

Daar de arbeidsloonen niet overal even hoog zijn, kan men moeielijk den prijs voor het maaien opgeven, maar een flinke arbeider kan per dag 700 strekkende Meter plag van 30 c M. breedte afsteken.

Wanneer groote hoeveelheden plaggen moeten worden gebruikt, kan men met voordeel gebruik maken van een toestel, hetwelk schrijver dezes heeft geconstrueerd met het doel de kosten van het plaggen maaien te verminderen. Het toestel bestaat uit een sterk gebouwd raam van eikenhout, hetwelk op een as met twee wielen rust en door twee, respectieve één paard, voortbewogen wordt. Aan het raam zijn bevestigd drie plaggensnijders, welke bestaan uit een tweemaal rechthoekig omgebogen ijzeren staaf van voren dun uitgesmeed en van staal voorzien. Deze plaggensnijders snijden tegelijkertijd de plag van onderen en van weerszijden af, zoodat hij later enkel in de lengte behoeft te worden afgesneden. De breedte der afgesneden plag is 20 c.M. zoodat tegelijk $3 \times 20 = 60$ c.M. plag wordt losgemaakt. Rekent men dat een paard veertig meter per minuut aflegt en voor het wenden en rusten 17% tijdsverlies, dan kan per dag van 10 uur door een span paarden 1.2 H. A. afgeplagd worden, hetgeen 60000 strekkende Meter plag geeft. Rekent men voor een span paarden 5 gld. per dag dan zal de 100 strekkende Meter plag van 20 c.M. breedte op $^5/_6$ cent komen terwijl het door handenarbeid minstens 10 ct. kost Deze resultaten zijn alleen te verkrijgen op vlak terrein, waar de heide niet hoog is en waar geen steenen aan de oppervlakte voorkomen en bij voldoende geoefendheid van den bestuurder van het toestel. Maar zelfs onder zeer ongunstige omstandigheden zal de 100 strekkende Meter plag hoogstens op 2 ct. komen te staan hetgeen toch in allen gevalle een besparing van 80% veroorzaakt.

De kwestie of men niet liever het werk door handenarbeid moet laten uitvoeren om zoo doende aan een aantal arbeiders werk te verschaffen, komt hier niet in aanmerking, ten eerste omdat er bij het transport en uitleggen der plaggen een groot aantal menschen arbeid kunnen vinden en men in de meeste gevallen eerder arbeidskrachten te weinig dan te veel zal hebben, en ten tweede om dat het geld hetwelk zoodoende gespaard wordt op andere meer nuttige wijze dan door de arbeiders verdiend kan worden.

Ook het afsnijden der plaggen op lengte kon door paardenarbeid geschieden. Wanneer men n.l. een aantal stalen schijven zooals zij voor kouters aan ploegen gebruikt worden op afstanden van $^1/_2$ Meter evenwijdig aan elkander aan een horizontale balk, welke aan de uiteinden op lage wieltjes rust, bevestigt, kan men zoodoende een aantal plaggen tegelijk op lengte afsnijden. Een grooter lengte dan 3 Meter kan de balk niet hebben daar het toestel anders te onhandelbaar wordt, zoodat men tegelijk 6 plaggen op lengte afsnijden kan.

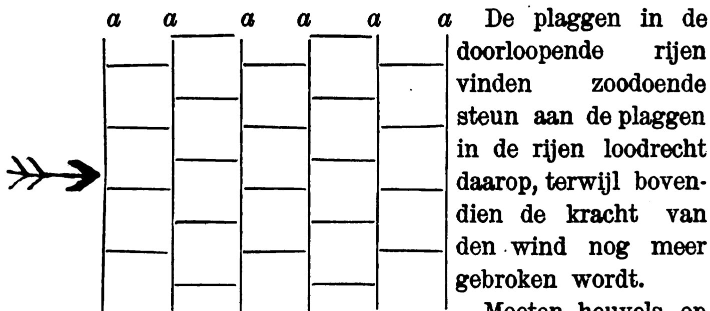
De schijven moeten aan een verticale as draaibaar zijn opdat men met het toestel kunne omkeeren. Voor den horizontalen balk kan men zeer goed gebruik maken van een getrokken gasbuis van 3 eng. d.m. doorsnede. Gemakkelijk is het om hem hooger en lager te kunnen stellen, waartoe men de beide uiteinden opvult met een gietijzeren cilinder van 10 c.M. lengte, welke een verticaal vierkant gat bezit, dat ook in den buis aangebracht is; hierdoor wordt een vierkante ijzeren staaf van $1^1/_4$ eng. d.m. gestoken, welke rechthoekig omgebogen is en aan haar afgerond uiteinde het gietijzeren wieltje van 30 c.M. diameter draagt. Om te verhinderen dat het toestel uit den grond gelicht worde, wordt het bezwaard met den bestuurder welke verticaal boven den balk een zetel heeft.

Het vervoer der plaggen heeft het gemakkelijkst plaats op een lage wipkar met breede wielen, daar men dan de kar ter plaatse eenvoudig kan opwippen om haar te lossen, bovendien kan op een kar grooter vracht met dezelf-

de inspanning door het trekvee voortbewogen worden dan op een wagen, vooral op een oneffen terrein.

Het is natuurlijk ondoenlijk om ieder punt van het stuifzand met de kar te bereiken, zoodat de plaggen verder gedragen moeten worden op een burrie tusschen twee arbeiders. Het meest practisch model van burrie is dat hetwelk in gebruik is bij de zakkendragers; deze heeft geen pooten maar kromme boomen, welke aan beide zijden opstaan, zoodat de handvatten toch van den grond zijn; men ontgaat hierdoor bij het laden het onnoodig hoog opheffen van den last, en bovendien de kans van kantelen op oneffen terrein. Gemakkelijk is het voor de arbeiders een kruizeel te gebruiken, zoodat de last op hun schouders rust in plaats van aan hun armen te hangen. Meer dan tien plaggen kunnen niet op éénmaal vervoerd worden.

Al naar de meer of minder geexponeerde ligging van het terrein is het noodig de plaggen meer of minder dicht te leggen. Zoo zal het op plekken, waar de wind zeer hevig op inwerkt, b.v. in keelen, welke in de richting van den heerschenden wind liggen, noodig kunnen zijn, plag aan plag te leggen, op minder onrustige plaatsen en op de vlakte legt men de plaggen het best in quadraatnet, d. w. z. men vormt van de plaggen een rand welke een vierkant insluiten en laat de zijden dezer vierkanten met elkander afwisselen, zooals nevenstaande schets aangeeft.



De plaggen in de doorloopende rijen vinden zoodoende steun aan de plaggen in de rijen loodrecht daarop, terwijl bovendien de kracht van den wind nog meer gebroken wordt.

Moeten heuvels op deze wijze belegd worden, dan is het raadzaam de doorloopende rijen *a* niet horizontaal te leggen, maar in een

spiraal, om den heuvel, terwijl de andere kanten van de mazen van het net, loodrecht op de eersten blijven gericht. Men voorkomt daardoor het naar beneden glijden der plaggen op steile hellingen, terwijl het werk zoodoende bovendien gemakkelijker wordt uitgevoerd. De wijdte van de mazen wisselt af tusschen 1,25 tot 1,75 M. al naar de onrustigheid van het zand terwijl eveneens al of niet een plag in het midden gelegd wordt. Op minder bewegelijk zand zal het veelal voldoende zijn om op onderlingen afstand van 0,75 tot 1 M. enkele plaggen uitteleggen. De kosten van uitleggen der plaggen zijn verschillend, al naar de gesteldheid van het terrein en bedragen van 16 tot 32 cts. per 1000 stuks plaggen.

Wanneer binnenlandsche zandverstuivingen in zulke ongunstige omgeving liggen, dat geen der opgenoemde materialen ter beteugeling ter beschikking is, — dan dient men denzelfden weg in te slaan als bij het vastleggen van duinen, zooals hieronder beschreven zal worden.

Vastleggen der duinen.

Wanneer men zich een goed denkbeeld vormen wil van woesten grond, dan biedt een bezoek aan onze Hollandsche duinen daartoe een uitstekende gelegenheid. Terwijl men elders, langs de Oostzee, in Pruissen, in Denemarken, Frankrijk en België reeds langen tijd bezig is de duinen door boschcultuur te ontginnen en zoodoende rentegevend te maken, zijn onze duinen, enkele sporadische plekken uitgezonderd, nog in denzelfden toestand als zij sints eeuwen geweest zijn. Waarom? Om verschillende redenen. De duinen zijn in hoofdzaak particulier eigendom, want hoewel het Domein uitgestrekte duinstreken bezit, zoo is

hun gezamenlijke oppervlakte toch gering in vergelijking met de totale uitgestrektheid. De meeste particuliere eigenaren beschouwen de duinen als jachtveld en vreezen, dat, wanneer zij bebοscht worden, de jacht schade zal lijden. Vele redeneeren; „Duizend hectaren duinen brengen jaarlijks duizend gulden aan jacht op" maar vergeten daarbij dat, wanneer hun eigendom met bosch bedekt was, deze opbrengst vertienvoudigd zoude zijn, zonder dat hun jachtpassie eenige intooming zou vereischen. Dezen ontbreekt het noodige kapitaal, genen en zeker niet den minsten de noodige kennis, terwijl weer anderen met een zeker vooroordeel alle aansporingen om hun eigendom te ontginnen verre van zich werpen, zonder een ander meer steekhoudend motief te kunnen aanvoeren dan „het is al meermalen beproefd de duinen te bebosschen zonder dat wij eenig resultaat er van gezien hebben." Zeker, reeds meermalen zijn er door particulieren zoowel als door den Staat duinbebosschingen beproefd, maar — altijd zonder vast plan, dikwijls zonder de noodige kennis en meestal zonder de noodige volharding.

Van die periodische opflikkeringen van energie stammen de kleine bosschen, welke zeer verspreid in onze duinen gevonden worden.

Dat particulieren hun grond ongebruikt laten liggen is hun zaak, men kan hen niet dwingen, maar dat de Staat dezelfde taktiek volgt is m. i. onverantwoordelijk, want hoeveel wordt er niet jaarlijks ten koste gelegd om de duinen in toom te houden, zonder eenige retributie in welken vorm ook. En nu moge men zeggen, dat die kosten op Staatsgrond niet altijd door den Staat betaald worden, zooals o. a. in de Schoorlsche duinen, waar de Staatsduinen vastgelegd worden door ingelanden van den naastliggenden polder, maar een feit is het toch, dat, wie de kosten ook moge dragen, de wijze van handelen niet anders betiteld kan worden dan als „geldverspilling." Juist in die Schoorlsche duinen die een oppervlakte van c[a] 1800 H.A. beslaan komen zeer goed geslaagde opbos-

schingen voor, en dat, terwijl, nadat zij tot stand zijn gekomen op initiatief van den heer Staring, er hoegenaamd niets anders aan gedaan is. Jammer, dubbel jammer is het, dat de goede genius die ons domeinbestuur toenmaals zoo deed handelen het niet langer heeft bijgestaan.

Ware op de ingeslagen weg, met inachtneming van de verbeterde hulpmiddelen, welke de wetenschap sinds dien tijd aan de hand gedaan heeft, voortgegaan, dan zouden, in stede van verspreide verwaarloosde boschjes, nu reeds uitgestrekte bosschen een groot deel onzer duinen bedekken.

Aangezien men in de duinen geen plaggen, geen dennentakken, geen snoeisel, geen riet of brem, of heide ten minste niet in voldoende hoeveelheid vindt, heeft men vroeger en ook nu nog wel zijn toevlucht genomen tot een dood beteugelingsmiddel dat zeer weinig weerstandsvermogen bezit n. l. stroo. Het vastleggen der duinen met stroopoppen, „beporten" genaamd, geschiedt op de volgende wijze: een man neemt op iedere pas afstand een schop vol grond weg; drie jongens, ieder met een bos stroo onder hun linkerarm, volgen hem, nemen bij ieder gat een handvol stroo, knikken dit in het midden, steken het geknikte einde in het gat en vullen dit weder met den daarnaastliggenden grond. Het werk gaat spoedig van de hand en kost ook niet veel, gemiddeld f 1.35 per duizend poppen, zoodat de H. A. c^{a} f 27 kost, maar het is geen afdoend middel; ten eerste worden de poppen soms door den wind losgewoeld, ten tweede verrotten zij zeer spoedig en doen in ieder geval, wanneer zij eenmaal met zand overdekt zijn geen dienst meer en moet er opnieuw beport worden. Juist omdat de poppen zoo stijf en dicht zijn laten zij geen zand door, maar het hoopt er zich voor op, totdat het de poppen geheel overdekt. De vorm van den zoogevormden zandheuvel is dan veel onregelmatiger dan wanneer er in plaats van stroo een zandgras gebruikt is. Bovendien is het zand slechts los opeengehoopt, zonder door wortels gebonden en daardoor tegen loswaaien beschut te zijn. Beporten is dus alleen gerecht-

vaardigd wanneer er geen zandgras te verkrijgen is en er onverwijld een beteugelingelingsmiddel moet toegepast worden om grooter onheilen te voorkomen.

„Waar een kwaal is daar is ook een geneesmiddel" zegt een duitsch spreekwoord, dat in de duinen zeer zeker bewaarheid wordt. Geheel inheemsch komen in onze duinen twee planten voor welke van groot gewicht zijn bij de beteugelingsquaestie, het zijn de helm of zandrogge Arundo arenaria en de zandhaver Elymus arenarius. Beide planten zijn reeds uitvoerig besproken in het hoofdstuk „Invloed van den plantengroei enz."

Wanneer het zand, door den wind meegevoerd, helm of zandhaverplanten op zijn weg ontmoet, dan wordt een gedeelte tegengehouden en blijft voor die planten liggen, maar een ander gedeelte stuift tusschen de gladde, ronde in de windrichting buigende stengels door, zoodat zich vóór een bos helmplanten nooit een grupje vormt zooals dit bij dichtere voorwerpen op te merken valt.

Het zand hoopt zich gelijkmatig op tot de helm- of zandhaverplant er zoover door bedekt is, dat alleen de bovenste bladspitsen er bovenuitsteken, waar het zand tusschen doorstuift zoodat de plant ook nooit geheel bedolven wordt. Zandhaver stuit het zand krachtiger dan helm, omdat de bladoppervlakte grooter is, zoodat dan ook de duinen gevormd door zandhaver gewoonlijk onregelmatiger beloop hebben dan die, ontstaan door helm.

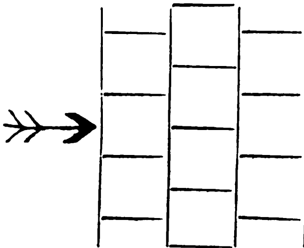
Gewoonlijk wordt de helm niet gekweekt, maar op plaatsen waar zij veel voorkomt en zonder schade gemist kan worden, gestoken. Wil men haar kweeken, dan worden de aren in het begin van Augustus, wanneer het zaad rijp is, gesneden, zoonoodig gedroogd en uitgedorscht, en het zaad in het voorjaar op bedden, die vooral uit goeden lossen grond moeten bestaan, gezaaid. Eenvoudigheidshalve kan men ook de aren zelve zaaien en deze overaarden. De plant is in den beginne zeer teer en kan eerst in het tweede jaar verpoot worden, hetgeen op dezelfde wijze geschiedt als met de uitgestoken planten.

Het uitsteken geschiedt met een spade met rechthoekig blad en korten steel zonder kruk, zoodat ze gemakkelijk met de rechterhand gevoerd kan worden. Met de linkerhand wordt een bosje helm te samen gehouden en, na losgestoken te zijn, uitgetrokken. Om het aanslaan te verzekeren is het noodig dat er minstens drie knoopen aan den onderaardschen stengel blijven zitten, hetgeen eenige geoefendheid van den arbeider, welke de planten uitsteekt, vereischt. Soms worden de planten niet losgestoken maar alleen uitgerukt; wanneer de arbeider hierin geen oefening heeft, zullen in de meeste gevallen geen voldoend aantal knoopen aan den plant voorhanden zijn, zoodat zij niet aanslaan. Men schudt het zand van de uitgetrokken planten af, bindt ze met een band van helm in bundels van c^a^ een Meter omvang en vervoert ze daarna naar de plaats waar zij gepoot zullen worden, en waar zij zorgvuldig tegen uitdrogen door bedekken met zand beschut worden.

Het is hoog noodig, dat het uitzoeken der plaatsen waar de helm gestoken zal worden, niet aan den arbeider overgelaten worde, daar hij uit gemakzucht soms geheele plekken kaal maakt. Evenwel is het, met het oog op de kosten, wenschelijk dat die plaatsen zoo dicht mogelijk bij het aan te poten veld zijn gelegen.

Het poten geschiedt volmaakt op dezelfde wijze als het poten van stroopoppen met dit onderscheid, dat de planten in bosjes, zoo groot als een manshand omvatten kan, met het worteleinde flink diep in den grond gestoken worden.

Het meest geschikt is een netvormige bepoting, hetzij in den vorm van een parallelogram of wat het meest aanbeveling verdient in dien van een kwadraat. Steeds echter is het raadzaam de rijen, waarop de heerschende wind loodrecht stoot, te laten doorloopen, maar de rijen in de richting van den wind te laten afwisselen, zooals nevenstaande schets aangeeft.



De grootte van de mazen hangt geheel af van de ligging van den grond, is deze vlak dan kunnen de mazen het grootst zijn, terwijl zij steeds kleiner moeten worden naarmate de steilte en hoogte van het duin toeneemt. Langer dan $5^1/_2$ Meter moeten de mazen in geen geval worden, terwijl zij tot op 1 Meter moeten inkrimpen op de kruinen der duinen en langs zeer steile hellingen waar wervelwinden anders licht geheele plekken tegelijk medevoeren. Langs den kam van een duin moeten minstens twee, hoogstens 50 c.M. van elkander verwijderde rijen van planten gepoot worden om te verhinderen, dat de overvallende wind den kam meevoert.

In het eerst na de beplanting zal er nog steeds zand door den wind meegevoerd worden, dat dan op die helling van het duin, welke van den wind afgekeerd is, zal neervallen, en zoolang omlaag rollen totdat de natuurlijke hellingshoek van droog zand bereikt is. Werd op deze zijde van het duin eveneens een netvormige beplanting toegepast, dan zou het neerrollende zand voortdurend hindernissen ontmoeten en de helling niet gelijkmatig maar terrasvormig worden; daarom worden aan deze zijde van het duin alleen rijen gepoot van boven naar beneden, waartusschen het zand omlaag kan rollen, terwijl de rijen zelf het uitwaaien door den wind evenwijdig aan de helling, verhinderen.

Alle alleenstaande hoogten moeten zóó bepoot worden dat de doorgaande rijen concentrisch komen te liggen, terwijl de dwarsrijen in radicale richting aangelegd worden. Wanneer alle dwarsrijen van onder tot bovenaan doorliepen zou de kop onnoodig dicht bepoot worden, zoodat, al naar de helling, de dwarsrijen meer of minder ver de hoogte op loopen moeten, en dus de mazen hooger op nauwer zijn dan aan den voet. Zonder een bepaald terrein tot voorbeeld te stellen is het niet wel doenlijk, om

aan te geven, hoe groot de mazen in ieder geval genomen dienen te worden, maar in het algemeen kan men aannemen dat

voor een helling van 5^0–10^0 een lengte der maaszijde van $5\frac{1}{2}$ M.
" " " " 10^0–15^0 " " " " " $4\frac{1}{2}$ "
" " " " 15^0–20^0 " " " " " $3\frac{1}{2}$ "
" " " " 20^0–30^0 " " " " " $2\frac{1}{2}$ "
" " " " 30^0–40^0 " " " " " $1\frac{1}{2}$ "

voldoende is, waarbij men echter in het oog moet houden dat men op bizonder blootgestelde hellingen dichter moet poten evenals in geulen, waar de wind doorheen strijkt, en op hoeken van hoogten.

De mazen van het net bieden den wind nog te veel aangrijpingspunten, zoodat men genoodzaakt is ze gedeeltelijk op te vullen met enkele bossen. Deze dienen echter in zulk een onderling verband te staan, dat zij den wind in alle richtingen hindernis bieden. Het meest geschikte verband is het driehoeks verband, omdat dit het gemakkelijkst te vormen is en men hiermede het volledigst alle kwadraten kan uitvullen. Bij het driehoeksverband komen de planten op de hoekpunten van een gelijkzijdigen driehoek te staan, zoodat de afstand van een bos planten tot een volgende overal even groot is. Evenals de grootte van de mazen afwisselt naar de ligging van de oppervlakte, zoo wisselt ook de afstand der bossen van 75 tot 45 c.M.

Door een passende maaswijdte en daarbij behoorende poting der enkele bossen is het mogelijk, zelfs onder de ongunstigste omstandigheden, het zand vast te leggen, en vast te houden, en zoodoende voor verdere cultuur geschikt te maken.

Aangezien het volstrekt niet gemakkelijk is om op een kale vlakte, het ontworpen net te bepalen, zoo moet een handig opzichter daarmede belast worden. Hij dient voorzien te zijn van een aantal paaltjes, een lange lijn, eenige vizeerbaken, een maatlat en een stok met een aan het einde daarvan opgespijkerde ronde schijf, waarmede de rijen in het zand geteekend worden. Om dit laatste te bewerkstel-

ligen houdt hij den 6 voet langen stok met de schijf op de hooge kant voor zich uit op den grond, en loopt recht op het punt aan, waarop de lijn die hij wenscht aan te geven, moet uitkomen. De lijn op deze wijze door de schijf beschreven is zeer duidelijk, terwijl men bovendien het tijdroovende verzetten van de lijn ontgaat.

Hoeveelheid benoodigde planten.

Het is onmogelijk met juistheid te bepalen, hoeveel planten er noodig zijn om een gegeven oppervlak te bepoten, want niet alleen zou men dan de totale lengte van al de rijen moeten berekenen, (iets wat een reuzenwerk is en toch geen zuivere uitkomst kan geven omdat men niet alle oneffenheden van het terrein in rekening kan brengen), maar bovendien het aantal planten moeten weten welke bijvoorbeeld per Meter noodig waren. Dit nu is geenszins altijd even groot, want een bos van denzelfden omvang zal in den herfst wanneer de planten nog frisch zijn veel minder stuks bevatten dan in het voorjaar wanneer de bovenaardsche deelen dor zijn en dus dichter opeengebonden kunnen worden, men dient dus gemiddelde waarden aan te nemen en rekent dan het best met *bundels* planten die een omvang van 2 span hebben (zij moeten met twee manshanden van duim tot middelsten vinger omvat kunnen worden); deze bundels zijn gemakkelijk te hanteeren en bevatten gemiddeld 60 planten. Voor de 100 strekkende meter zijn $36^1/_2$ bundel noodig wanneer de planten op $3^1/_2$ tot 5 c.M. afstand gepoot worden. Bij de bossen planten in de mazen worden 5 planten per bos gerekend, zoodat een bundel 12 bos levert.

De Düneninspector Krause heeft voorgeslagen, de verschillende graden van dichtheid van planten in 5 klassen te verdeelen, die hij als volgt bepaalt:

1° klasse: Wijdste planting met 1560 bundels per H. A.; hierbij worden slechts alleenstaande bossen gepoot zonder net.

2° klasse: Wijde planting met 1775 bundels p. H. A. hierbij ligt $^1/_3$a + $^2/_3$c ten grondslag.

3° klasse: Gemengde planting met 2060 bundels p. H. A. hierbij ligt $^1/_3$a + $^1/_3$b + $^1/_3$c ten grondslag.

4° klasse: Dichte planting 2160 bundels p. H. A. hierbij ligt $^2/_5$a + $^2/_5$b + $^1/_5$c ten grondslag.

5° klasse: Dichste planting 2360 bundels p. H. A. hierbij ligt $^1/_3$a + $^2/_3$b ten grondslag.

a. Netvormige planting, waarbij gemiddeld $^1/_3$ der vlakte gedekt wordt en waarvoor 2190 bundels p. H. A. noodig zijn.

b. Alleenstaande bossen met 60 c. M. onderlingen afstand, waartoe 2440 bundels p. H. A. noodig zijn.

c. Alleenstaande bossen met 75 c. M. onderlingen afstand, waartoe 1560 bundels per H. A. noodig zijn.

Het poten wordt gewoonlijk aanbesteed voor f 2,50 per 1000 planten (eigenlijk bossen van planten) waaronder het uitsteken en vervoeren begrepen is. Per H. A. worden bij bepoting als boven aangegeven onder de ongunstigste condities c^a^ 28320 planten vereischt, zoodat de kosten op c^a^ f 70.80 p. H. A. komen te staan.

Vorming en vastleggen van voorduinen.

Evenals de zee voortdurend zand op het strand werpt, dat door den wind steeds landwaarts ingevoerd wordt, zoo wordt omgekeerd de duinenreeks aan de zeezijde voortdurend door het zeewater aangetast en afgespoeld. De bewijzen hiervoor zijn veelvuldig genoeg voorhanden, daar geheele dorpen, thans door de zee verzwolgen, vroe-

ger alleen door de zee bespoeld werden. Hoe langzaam deze verplaatsing van de duinen landwaarts in ook zij, bemerkbaar is zij zeker, en even zeker is het, dat daardoor langzamerhand de uitgestrektheid van ons land om ettelijke H. A. vermindert. Zoo ver mij bekend, wordt hieraan geen perken gesteld, hoewel het toch m. i. wel degelijk de moeite waard is om onkosten hieraan te besteden.

In andere landen, waar de duinenrij minder breed en minder hoog is, en dus het gevaar van het doorbreken der duinenreeks bij buitengewoon hoogen vloed onder ongunstige omstandigheden (windrichting loodrecht op de kust) grooter is, wordt er meer zorg besteed om de bestaande duinen voor wegspoelen te behoeden. — Dit geschiedt door het vormen van strandduinen, welke lager zijn dan de eerste duinreeks en de kracht van den vloedgolf breken. Om deze strandduinen tot stand te doen komen, wordt de plaats, waar zij verrijzen moeten, beplant met helm of bij voorkeur met zandhaver, in rijen evenwijdig aan de reeds bestaande duinreeks, maar zooveel mogelijk in rechte lijn; hoogstens wordt bij sterke krommingen in een flauw verloopende bocht geplant. Om het wegstuiven van het zand in de richting der rijen te voorkomen, worden dwarsrijen aangelegd, welke, al naar gelang van de meer of minder geexponeerde ligging, op korter of grooter afstand op elkaar volgen. Aangezien de vorming en instandhouding van voorduinen meer op het gebied der waterbouwkunde betrekking heeft, zal er hier niet nader op worden ingegaan.

Opbossching der duinen en binnenlandsche zandverstuivingen.

Nadat de duinen of de binnenlandsche zandverstuivingen tot rust gebracht zijn, zal het zaak zijn, om door een duurzaam middel te voorkomen, dat vroeg of laat op nieuw tot beteugeling moet worden overgegaan.

Dit middel is het aanleggen van bosch.

Niet alleen wordt daardoor de grond verbeterd, zoodat er van verder stuiven geen sprake meer is, maar bovendien wordt er zoodoende rente van het aangewende kapitaal gevormd en, wat de duinen betreft, voldaan aan de behoefte aan hout, die zich in de houtarme streken, waarin zij voorkomen, levendig doet gevoelen.

Verder uitwijden over het voordeel van het opbosschen van stuifzand zal ik hier niet, maar overgaan tot het aangeven van de middelen om daartoe te geraken.

Zooals vroeger gezegd is, zijn slechts enkele houtsoorten geschikt om op stuifzand aangebouwd te worden en wel voor binnenlandsche zandverstuivingen alleen de grove den, Pinus Silvestris, en voor zeeduinen bovendien nog de Oostenrijksche den, P. laricio austriaca. Beide houtsoorten laten zich door zaaien zoowel als door poten aanbouwen. Voor stuifzand zal het zaaien minder in aanmerking komen, daar gezaaide bosschen op stuifzand meestal een zeer onregelmatigen stand hebben tengevolge van de ongelijke omstandigheden, waaronder het uitgezaaide zaad verkeert. Op de eene plaats toch zal het zaad blootstuiven, op de andere te diep onder het zand bedolven worden, in beide gevallen zal er weinig van terechtkomen. Op een andere plaats zal bij ongunstige weersgesteldheid de ontkiemde plant verdrogen of zal het zaad of zelfs de kiemplanten bij sterke regenbuien wegspoelen. Men zal dus veel moeten inboeten, hetgeen steeds hooge kosten meebrengt en bovendien ongunstig op het tot rust komen van het zand werkt, daar het door de vele voetstappen van de arbeiders weer in beweging komt.

Poten zal dus te verkiezen zijn. Hierbij doet zich de kwestie voor: zullen kluitplanten of planten zonder kluit gebruikt worden? Vroeger gebruikte men algemeen kluitplanten, daar men meende, dat naaldhoutsoorten niet op andere wijze verpoot konden worden, maar tegenwoordig, nu men beter op de hoogte is, hoe plukdennen gekweekt en geplant moeten worden, is het gebruik van de laatsten vrijwel algemeen geworden. En niet ten onrechte, want de voordeelen aan het gebruik van plukdennen boven kluitplanten verbonden, zijn zóó groot, dat er geen reden bestaat, om aan de vroegere wijze van handelen vast te houden. Die voordeelen zijn de volgende: Voor het kweeken van kluitplanten is noodig een kluithoudende grond, welke dikwijls moeielijk of in 't geheel niet in, of in de nabijheid van, den aantepoten grond gevonden kan worden.

Kluitplanten hebben uit den aard der zaak een hoog gewicht, zoodat slechts een betrekkelijk gering aantal tegelijk vervoerd kan worden; een paard kan op een harden weg hoogstens 1200 kluitplanten vervoeren, dus in het zand zeker niet meer dan de helft; dit punt is van te meer belang, daar het vervoer grootendeels door menschenarbeid geschieden moet. Verder kunnen per dag een 4 a 6 maal grooter aantal plukdennen gepoot worden dan kluitplanten, zoodat de kosten per H.A. in het eerste geval veel geringer zijn. Aangezien de wortels van de kluitplanten veel minder sterk ontwikkeld zijn, dan van plukdennen, zoo is de kans van aanslaan bij de laatsten veel grooter. Het eenige nadeel, aan het gebruik van plukdennen verbonden, is de meerdere zorg die besteed moet worden aan het kweeken. Wil men zich daarvan echter ontheven zien, dan kan men de plukdennen in hoeveelheden, zoo groot men slechts wenscht, bestellen bij kweekers die speciaal hun werk maken van plukdennen, — hoewel het wenschelijk is, zelf het benoodigde plantsoen te kweeken, 1° omdat men steeds versch plantsoen kan poten, daar men niet meer behoeft te rooien dan per dag gepoot

wordt, 2° omdat men vervoerkosten spaart, hetgeen bij de dikwijls niet aan spoorwegen gelegen streken, waar stuifzand voorkomt, in aanmerking komt, 3° omdat men in vele gevallen de planten zelf voor minder geld kan kweeken dan bij anderen aankoopen.

Het kweeken geschiedt op goed doorgewerkten, lossen grond, welke vrij is van steenen en wortels. Gesteld b.v. dat men in de duinen een kweekerij wil aanleggen, dan zoekt men een duinpan uit, waar het water minstens 40 c.M. onder de oppervlakte staat; is dit niet het geval, dan dient men door het aanbrengen van slooten zooveel open waterberging te vormen, dat aan den gestelden eisch voldaan wordt; de afstand der slooten of wat hetzelfde is, de breedte der rabatten en de afmetingen der slooten hangen geheel van plaatselijke omstandigheden af, zoodat daaromtrent geen algemeen geldige regel gegeven kan worden. De grondbedekking, bestaande uit heide, gagel, grassen enz. wordt afgebrand en de grond daarop tot op 30 c.M. diepte omgespit, waarbij alle plantenwortels en steenen zorgvuldig verwijderd en bijeengebracht worden. De wortels worden, na gedroogd te zijn, verbrand en de steenen kunnen in de zandsporen gebracht worden om ze vaster te maken. Na het spitten wordt de grond gemest, het liefst met zuivere koemest zonder stroo, in allen gevalle niet met paarden- of schapenmest, daar deze te stikstofhoudend is en dus sterk drijft, zoodat ook beer afteraden is. Compostmest bevat dikwijls stoffen, welke vergiftigd zijn voor planten, zooals schildersafval en dergelijke en is buitendien zoo volumineus, dat de transportkosten te hoog komen. Men zal dus in vele gevallen zijn toevlucht moeten nemen tot handelsmeststoffen. Aangezien de houtsoorten in hoofdzaak kali en phosphorzuur tot hun opbouw noodig hebben, is het duidelijk, dat deze beide stoffen, welke volgens, vroeger medegedeelde analyses, slechts in geringe mate in het stuivend zand voorkomen in de allereerste plaats aan den grond moeten worden toegevoegd. Het meest aanbevelenswaardig

is een mengsel van surperphosphaat en kainiet, daar Thomasphosphaatmeel vooral in deze humusarme gronden langzaam in oplossing komt. De hoeveelheid van ieder der kunstmeststoffen zal eenigszins afhangen van de meer of mindere vruchtbaarheid van den grond, kenbaar aan den daarop voorkomenden plantengroei, maar men zal in géén geval dienen te gaan onder 500 kilo superphosphaat met 18% oplosbaar phosphorzuur en 600 kilo kainiet met 13% kali per H. A. Nadat de kunstmest vroeg in 't voorjaar is uitgestrooid, hetgeen liefst bij regenachtig en stil weder moet geschieden, wordt de grond zoolang met een mestvork bewerkt, totdat hij geheel gelijkmatig met de mest vermengd is, en de oppervlakte vlak is. Het is onraadzaam, om dezelfde hoeveelheid mest alleen op die plaatsen aan te brengen, waar de planten zullen komen te staan, daar dan het plantenvoedsel te geconcentreerd is, hetgeen in stede van sterker ontwikkeling, het kwijnen en te niet gaan der planten ten gevolge heeft.

Is de grond voldoende voorbereid, dan wordt het zaad, waarvan vooruit door kiemproeven de kiemkracht en de snelheid van kiemen geconstateerd is, gezaaid. Aangezien het voor een particulier, vooral wanneer hij een groote hoeveelheid zaad noodig heeft, dikwijls moeielijk is om best zaad te verkrijgen tegen billijken prijs, — zoo zal wenschelijk zijn het zaad aan de Nederlandsche Heidemaatschappij te bestellen, welke het tegen de kostenden prijs, gewoonlijk lager dan men in 't klein moet besteden, met gegarandeerd kiemvermogen aan de bestellers levert.

Om te voorkomen dat het zaad door vogels wordt weggehaald, dient men het te meniën, hetwelk gemakkelijk kan geschieden door het zaad op een hoop eenigszins vochtig te maken door begieten met water, en na het duchtig omgeroerd te hebben, met drooge menie te bestrooien en nogmaals om te roeren. Per 50 k.g. zaad is ½ k.g. menie voldoende. Teeren van het zaad met zwarte teer is minder gewenscht, daar dan alle korrels, welke geheel met teer omhuld worden, niet opkomen, en

het zaad ook licht aan elkander kleeft, waardoor de zaaiing onregelmatig uitvalt.

Het zaaien zelf kan geschieden uit de hand, maar gemakkelijker en regelmatiger door middel van een rijnwijnflesch, waaraan men door het insteken van een stuk leer een tuitvormig verlengsel gemaakt heeft; maar daar beide wijzen van zaaien eenige geoefendheid vereischen, kan men, vooral wanneer veel en jaarlijks gezaaid wordt, gebruik maken van het zaaitoestel van Swoboda, hetwelk zeer goede resultaten geeft. — Welke wijze van zaaien men ook aanwende, zoo is het steeds noodig om het te bezaaien veld in bedden te verdeelen van 1 à 1,1 Meter breedte, met paadjes daartusschen van 30 c.M. Maakt men de bedden breeder, dan is het noodig om op het zaaibed te staan om te wieden, waarbij vele planten beschadigd worden, maakt men ze smaller dan gaat er te veel grond ongebruikt verloren. — Het best is te zaaien op rijen, hetgeen het wieden gemakkelijker maakt en trouwens bij het zaaien met het toestel van Swoboda een vereischte is, en den afstand tusschen de rijen minstens 10 c.M. te nemen. Zaait men uit de hand of met de flesch, dan kan men de rijen in de richting van de lengteas van het zaaibed nemen, maar met het toestel zaaiende, moeten de rijen loodrecht op die richting staan, daar het toestel slechts 1.10 M. lang is. Om het zaad regelmatig te doen vallen, drukt men of een 2 amst. dm. breede lat in den grond of men vervaardigt een vorendrukker, bestaande uit een raam, waaronder een aantal evenwijdig aan elkaar loopende latten, eenigszins hol geschaafd, aangebracht zijn, zoodat men een aantal evenwijdige, ondiepe en smalle grupjes tegelijk maakt.

Per Are zaaivlakte wordt 1 k.g. kiemkrachtig versch zaad gerekend.

Nadat het zaaien afgeloopen is, wordt het zaad hoogstens $^1/_2$ cM. bedekt met fijngemaakte aarde, b.v. door dit er over te zeeven. Is de bedekking sterker, dan komen vele planten niet, of gekromd, te voorschijn.

De verdere behandeling bestaat in het zorgvuldig schoonhouden der bedden van onkruid door wieden en zoo noodig begieten bij sterke droogte, hetgeen echter, éénmaal begonnen, volgehouden moet worden tot er een regenbui komt. Een eventueel gevormde korst op den grond moet door loshakken gebroken worden.

Wanneer beschadiging door konijnen, hazen of reeën te vreezen is, dient men de kweekerij door gegalvaniseerd gaas van minstens 1 M. hoogte te omgeven; aangezien konijnen er licht onder doorgaan, moet het gaas 10 c.M. in den grond gelaten worden. Voor reeën moet het gaas 1.50 M. boven den grond uitsteken en door een doorgeregen ijzerdraad goed strak gehouden worden.

Indien de dennen goed ontwikkeld zijn, kunnen zij éénjarig uitgepoot worden, anders dienen zij verspeend te worden op goed toebereiden grond. Het uitnemen van het plantsoen uit de zaaibedden geschiedt door langs de rijen een grupje te graven, iets dieper dan de uiteinden der wortels reiken, en de planten met de schup of greep naar het grupje toe lostedrukken, ze voorzichtig van den aanhangenden grond te bevrijden en direct in de manden; voor het vervoer bestemd, te verpakken of in bosjes in te kuilen.

Zijn de planten te zwak om uitgepoot te worden, dan moeten zij niet in het zaaibed blijven staan, daar zij dan te weinig groeiruimte zouden hebben en dus spillig worden, terwijl het wortelnet niet goed zou ontwikkelen. Het verspeenen geschiedt het vlugst en regelmatigst met de Jutlandsche plantenhark. Dit instrument is een houten lat van 1,50 M. lengte met inkepingen op onderlingen afstand van 5 c.M. waarin de planten gehangen worden. Men maakt langs de lijn een voortje, ruim zoo diep als de lengte van de wortels bedraagt, legt de gevulde hark er boven en vult het grupje met lossen grond aan.

Wanneer de planttijd is aangebroken, die zoo vroeg mogelijk in het voorjaar gekozen moet worden, wordt tot planten overgegaan. In het losse mulle zand is het echter

niet mogelijk te poten, wanneer de oppervlakte droog is, daar dan de gemaakte openingen tot het opnemen der planten, met droog zand gedeeltelijk dicht rijzen en de planten dus in droog zand komen te staan, waardoor zij niet aanslaan. Men dient dus regenachtig weer aftewachten en ook niet bij sterken wind te poten, daar dan de plantenwortels te veel uitdrogen. De versch gerooide planten worden in manden naar de te bepoten vlakte gebracht; zij moeten zóó in de manden gelegd worden, dat de wortels naar elkander toeliggen, waardoor het uitdrogen voorkomen wordt.

Het poten geschiedt het best met de wigvormige plantschop, daar men met een spade licht een keldervormig gat steekt. Een man hanteert de schop en gaat in de richting van de plantenrij; een meisje of jongen gaat voor hem uit en draagt een aantal planten in een bakje, zoover met water gevuld dat de planten vochtig blijven. De man steekt een gat loodrecht in den grond c^a^ 25 à 30 c.M. diep en het meisje steekt of slaat er een plant in, zoodat de wortel loodrecht omlaag hangt, de man steekt de schop nogmaals in den grond op 10 c.M. achter de vorige spleet en drukt den grond tegen de plant aan. De laatst ontstane opening wordt met de klomp dicht getrapt. Zoodoende kan een man en een meisje in 10 uur 3000, tot zelfs (in het gunstigste geval) 5000 planten per dag poten. Aangezien het terrein in de meeste gevallen zeer ongelijk is, zal niet langs de lijn gepoot kunnen worden, maar moeten de richting en de plantenafstand op het oog geschat worden, hetgeen bij eenige oplettendheid van den arbeider ook niets geen bezwaar oplevert.

De rijenafstand zal niet onder 70 c.M. en de plantenafstand 60 à 70 c.M. moeten zijn, zoodat er 23800 à 20400 planten per H.A. komen te staan.

Wanneer er grootere oppervlakten te bepoten zijn, dan is het raadzaam om meer dan één span tegelijk te laten poten waardoor van den gunstigen tijd beter partij kan worden getrokken. Het aantal moet echter niet grooter zijn dan

dat de opzichter volkomen in staat is hen te controleeren, zoodat er goed werk geleverd wordt, want slordig uitgevoerde plantingen geven niet alleen veel sterfte, maar vereischen later veelvuldige inboetingen en daardoor groote uitgaven.

Om het onnoodig heen en weer loopen der plantenin-zetsters en daardoor wachten der gatenmakers te voorkomen is het raadzaam de planten door één of meer vlugge jongens telkens aan de inzetsters te doen brengen.

Bij hellingen is het raadzaam van boven met poten te beginnen, omdat anders de gepootte planten licht door het heen en weer loopen kunnen lijden.

Wanneer op plaatsen waar de helm in groote pollen groeit, geplant moet worden, is het noodig haar over oppervlakten van c[a] 1 M^2 uitteroeien, daar zij anders de dennenplanten te veel beschaduwt en dus in hun groei benadeelt.

De kosten van bepoten zijn:

20400 à 23800 planten à f 0.45 per mille (kweekersprijs)		
	f 9.18 resp.	f 10.71.
Pootloon 50 Cts. p. mille	„ 10.20	„ 11.90.

Te samen in ronde cijfers 20 à 23 per H.A.

Wanneer krachtig plantsoen gebruikt en er met zorg gepoot is, zal in de meeste gevallen inboeten onnoodig zijn. Zijn door een of andere oorzaak een deel van de planten gestorven, dan dient men direct in te boeten en liefst met tweejarige verspeende dennen, daar er anders open plaatsen in het bosch ontstaan, of ten minste de planten, welke aan de gestorvene grenzen, zich te veel in de takken ontwikkelen. Later kan men niet meer inboeten daar de den zich op hooger leeftijd niet meer laat verplanten, en jong plantsoen tengevolge van de beschaduwing der omringende boomen niet meer aanslaat.

Een der grootste vijanden der jonge bosschen op bovenbehandelde gronden is het konijn. Niet alleen dat het de jonge planten afknaagt, uit speelschheid (want als voedsel worden zij alleen bij volslagen gebrek aan wat anders gebruikt) maar bovendien heeft het de onaangename gewoonte om stijf naast de planten in den grond te krabben, waardoor de planten beschadigd worden of de wortels bloot komen en verdrogen. Ook houden konijnen er speel- of vergaderplaatsen op na, welke ettelijke meters oppervlakte beslaan, en waar de planten regelmatig vernield worden, zoodat zulk een speelplaats steeds een open plek in het bosch vormt.

Geen opbossching van duinen of binnenlandsche zandverstuivingen is dan ook mogelijk zoolang de konijnen er onbeperkt heerschappij voeren, zoodat zij, zoo al niet uitgeroeid, dan toch in aantal beperkt moeten worden. Later, als de bosschen eenige jaren oud zijn, kunnen zij weer ongestoord toegelaten worden, daar de schade, die zij dan aanrichten, van weinig beteekenis is.

Hazen komen gewoonlijk niet in zulk enorm aantal voor, dat daartegen bizondere maatregelen genomen behoeven te worden. Ook reëen, die wel is waar in strenge sneeuwrijke winters de knoppen afbijten, zijn in de duinen onbekend en in zandverstuivingen te zeldzaam om veel schade te doen.

Een insect, dat in de duinen schadelijk zou kunnen worden in de kweekerij, is de hollandsche meikever of duinkever, Melolontha fullo; de larve leeft, evenals die van den gewonen Meikever, in den gronden voedt zich met plantenwortels. Komen zij in de zaaibedden voor, dan maken zij hun aanwezigheid kenbaar door het afsterven der planten, in groepjes. Er is geen beter middel om hen te verdelgen dan het opzoeken en dooden der larven.

NASCHRIFT.

Wanneer men volgens bovenstaande wijze duinen of binnenlandsche zandverstuivingen in bosschen heeft herschapen, dan zal men tot ervaring komen, dat niet alle planten, die men aan den grond heeft toevertrouwd, tot hun vollen wasdom komen. Niet alleen zal het aller grootste gedeelte in den loop der tijden als dunsel vooropbrengsten geven, maar ook zal een gedeelte het nooit verder brengen dan tot laagstammige boomen met slecht gevormde kroon; deze zal men vinden langs den rand van het bosch, waar de wind met volle kracht op kan inwerken; doch al moet men zoodoende een breeder of smaller strook (al naar de meer of minder geexponeerde ligging) opofferen, om daardoor de meer binnenwaarts gelegen boomen te beschutten, zoo is deze opoffering niet grooter dan die, welke men zich getroosten moet bij elken aanleg van bosch op een vlakke onbeschutte heide.

De lezer zal misschien verwonderd zijn, geen opgaaf omtrent de grootte der oppervlakte der duinen en zandverstuivingen in ons land in deze verhandeling te vinden; de reden hiervan is, dat bij de Provinciale besturen, behalve bij die van Gelderland, geen grootte der zandverstuivingen bekend is. In Drenthe alleen wordt ter Provinciale Griffie een lijst gehouden der zandverstuivingen, zonder dat men evenwel de grootte kent. De Gemeentebesturen echter zijn verplicht kaarten en lijsten der kadastrale Secties en nummers der zandverstuivingen bij te houden. In Gelderland beslaan de zandverstuivingen een oppervlakte van 9331 H. A. waarvan het Kootwijker zand met 1468 H. A. en het Otterlosche zand met 1260 H. A. De oppervlakte der duinen is evenmin bekend. Dr. Gevers in zijn „Toegangbaarmaken der duinvalleien" (zie Bijlage I) schat de gezamenlijke oppervlakke der duinpannen van den hoek van Holland tot den Helder op 2500 H.A., waarbij in 't oog gehouden moet worden, dat hun aantal tus-

schen den hoek van Holland en Scheveningen betrekkelijk gering is.

Wat de *Reglementen en Verordeningen* omtrent duinen en zandverstuivingen betreft, zoo bestaan in Drenthe (Prov. Blad 1884 No. 59) en Gelderland (Prov. Blad 1859 No. 90) provinciale reglementen tot voorkoming en beperking der zandverstuivingen en in Noord-Holland (Prov. Blad 1851 No. 111) een provinciaal reglement tot beveiliging van de kunstmatige beplanting der duinen, — overigens is alles, voor zoover ik heb kunnen nagaan, aan de prudentie van polder- en waterschaps-besturen overgelaten.

BIJLAGE I.

Litteratuur over duinen en zandverstuivingen.

Twent van Raaphorst. Wandeling door de duinen 1805. — Rapport omtrent de duinen 1798.

C. van der Harst. Bebouwing van woeste duingronden. — Verhand. v. d. Maatsch. ter bevord. v. d. Landb. te Amsterdam, Deel V 1e. stuk.

Mr. D. T. Gevers. Toegangbaar maken der duinvalleien langs de kust van Holland, bekroond met Gouden Medaille, door de Maatsch. ter bevord. v. d. Landb. te Amsterdam 1826.

P. Bortier. Met houtbeplanting des kustgronds en der duinen 1872.

Verhandelingen van de Maatsch. van Nijverheid te Haarlem, Deel 18 2e, 3e stuk.

Sören Biörn. Uber die vortheilhafteste Behandlungsmethode bei Besamung und Bepflanzung der Dünen mit Kiefern 1807.

K. Aug Hubert. Grundsätze uber die Behandlung und Urbarmachung des Flugsandes 1824.

Jul. v. Pannewitz. Das Forstwesen von West-Preussen in statistischer, geschichtlicher en administrativer Hinsicht 1829.

Jul. v. Pannewitz. Anleitung zum Anbau der Sandflächen im Binnenlande und auf den Stranddünen 1832.

Theod. Hartig. Uber Bildung und Befestigung der Dünen längs den Meeresküsten und Anbau der Sandschollen mit Holz 1830.

G. Forchhammer. Geognostische Studiën am Meeresufer im Jahrb. für Mineralogie und Geognosie 1841.

G. Hagen. Handbuch der Wasserbaukunst. 3 Theil 1863.

Graf Ad. Baudissin. Bericht über die Dunen der Insel Sijlt in der Norddeutschen Zeitung 1865.

Willkomm. Die Dünen an den West- und Ostpreussischen Küsten in kritische Blätter f. Forst en Jagdw. 1865.

D. W. Pfeil. Forstschutz und Forstpolizeilehre.

„ Die deutsche Holzzucht 1860.

H. Burckhardt. Saën und Pflanzen nach forstl. Praxis 1880.

G. C. Krause. Der Dünenbau an den Ostseeküsten Westpreussens mit 6 Tafel Zeichnungen 1850.

v. Burgsdorf. Vom Sandbau im Forsthandbuch 1789.

W. von Kropf. Kultur der Sandschollen 1807.

E. Viborg. Beschreibung der Sandgewächse, met platen 1789.

Mémoire de la Société d'agriculture de Rouen Deel I.

Mémoire Sur la fixation et sur le reboisement des dunes littorales et des Sables mouvantes en Russie 1876.

Bulletin de l'agriculture en Belgique 1888 pag. 14 Rapport a M le Ministre de l'agriculture sur le boisement des dunes.

Mémoire d'agriculture en France 1786, 1787, 1791.

Mémoire de la Société savante et litteraire de la Rep. franc. Tome II.

M. Adam. Rapport sur l'emploi, dans les dunes de Condette et de St. Etienne, des graines de pins 1865.

REGENHOEVEELHEID IN DE ZES KWARTIEREN VAN NEDERLAND.

PLAATSEN.	Dec. 1887	Jan.	Febr.	*Winter*	Maart.	April.	Mei.	*Lente.*	Juni.	Juli.	Aug.	*Zomer.*	Sept.	Oct.	Nov.	*Herfst.*	JAAR.
NW kwartier	63,7	25,4	29,4	118,5	84,9	32,0	25,0	141,9	29,5	115,5	66,3	211,3	44,3	72,4	49,5	166,2	637,0
NO "	49,0	22,2	20,7	91,9	84,7	38,2	23,2	146,1	50,5	152,7	82,9	286,1	38,4	66,4	54,8	159,2	683,6
W "	59,7	20,6	23,2	103,5	87,0	31,1	19,6	137,7	45,4	143,4	76,7	265,5	32,6	85,8	39,4	157,8	664,4
O "	58,9	20,7	27,6	107,2	84,6	45,7	27,0	157,3	55,0	163,9	55,7	274,6	24,0	65,7	59,5	149,2	688,3
ZW "	53,6	20,7	28,9	103,2	78,2	31,9	13,3	123,4	73,4	128,4	62,6	264,3	27,7	94,3	45,6	167,6	658,5
ZO "	60,5	30,0	40,8	131,3	77,3	47,9	18,9	144,0	68,5	153,5	66,2	288,2	31,5	78,4	41,8	151,7	715,4

BIJLAGE II*a*.

WINDRICHTING IN NEDERLAND 1888.

Waargenomen te Utrecht, Vlissingen, Helder, Groningen.

MAANDEN.	Z—N	ZW—NO	W—O	NW—ZO	STILTEN	
					Utr. Vlissing. Helder	Groningen
Januari	59—29	93—43	46—34	30—37	59	60
Februari	18—39	59—158	57—63	16—13	28	37
Maart	73—45	93—56	52—38	52—48	26	38
April	40—76	80—55	47—21	30—13	60	58
Mei	45—90	112—34	60—24	55—11	44	21
Juni	32—39	66—51	57—60	29—28	65	53
Juli	51—34	127— 9	64—16	56—19	65	55
Augustus	44—48	139—30	63—13	41—21	47	50
September	30—32	87—93	31—56	22— 6	81	75
October	67—32	97—28	54—28	36—10	78	69
November	68— 0	135—23	26—176	6—38	16	21
December	157—13	91— 7	33—26	20—69	49	31
TOTAAL.	679—477	1184—587	590—555	393—313	618	568
	202 Z.	597 ZW	35 W.	80 NW		

BIJLAGE II*b*.

TABEL

AANWIJZENDE DE STORMEN, WAARGENOMEN IN 1888.

DATUM.	Plaats v. waarn.	Windrichting.	Drukking in K.G. per M²	DATUM.	Plaats v. waarn.	Windrichting.	Drukking in K.G. per M²
Jan. 8	Vlissingen.	Z.	14	April 27	Groningen.	W.	25
24	"	Z.	13	Mei 1	Vlissingen.	W.	37
26	"	ZW.	44	8	Harlingen.	W.	45
26	Groningen.	W.	80	17	Groningen.	ZW.	32
Febr. 4	"	NW.	35	20	"	NW.	14
5	"	N.	34	Juni 1	"	NW.	25
8	"	NW.	30	10	Harlingen.	W.	13
11	"	W.	25	30	Vlissingen.	N.W.	20
13	Vlissingen.	ZW.	13	Juli 3	Harlingen.	ZW.	36
Maart 3	Groningen.	N.	40	11	"	W.	32
7	"	NW.	31	12	"	NW.	25
8	Harlingen.	ZW	32	30	Vlissingen.	W.	30
9	Groningen.	ZW.	70	Aug. 5	"	NW.	32
11	Vlissingen.	ZW.	67	13	Groningen.	ZW.	40
23	Harlingen.	Z.	20	29	Harlingen.	W.	34
25	Vlissingen.	ZW.	30	Sept. 30	"	NW.	45
26	Groningen.	W.	100	Oct, 5	Groningen.	W.	32
30	"	ZW.	20	18	Harlingen.	NW.	30
April 2	Harlingen.	W.	14	Nov. 17	Groningen.	ZW.	90
11	"	ZW.	21	20	Harlingen.	W.	68
18	"	Z.	18	25	"	ZW.	42



